

Darstellung von Bewegung

Eine Untersuchung zur Entwicklung der Darstellung von Bewegung mit besonderer Berücksichtigung der Architekturdarstellung

von dem Fachbereich Architektur der Universität Hannover

zur Erlangung einer

DOKTORIN DER INGENIEURWISSENSCHAFTEN

Dr. -Ing.

Genehmigte Dissertation
von

Dipl. -Ing. 'in Feng Lu-Pagenkopf

Geboren am 03.11.1967 in Ningbo, VR-China

2003

Referent: Prof. Dr. -Ing. Albert Schmid-Kirsch
Korreferentin: Prof. Dr. phil. Dr. -Ing. habil. Margitta Buchert

Tag der Promotion: 24.06.2003

Zusammenfassung

Das Kernthema der Arbeit ist die Darstellung von Bewegung. Die Untersuchung wird im Bereich der Architekturdarstellung vertieft. Die Arbeit gliedert sich in zwei Teile. Der erste Teil der Arbeit beschäftigt sich mit der geschichtlichen Entwicklung der Bewegungsdarstellung. Die Untersuchung von Schriftzeichen, mittelalterlicher Bildererzählung, kubistischer Malerei bis zu kinematografischer Darstellung und Computeranimation zeigt, dass der Versuch, die Bewegung dazustellen, sehr alt ist und im Laufe der Geschichte ständig weiterentwickelt wurde. Technische Einschränkung war das Hindernis, die Zeit in der Darstellung aufzunehmen. Zu Beginn des zweiten Teils wird die Beziehung zwischen Bewegung und Architektur wissenschaftlich betrachtet. Dabei stellt sich heraus, dass räumliche und atmosphärische Wirkungen die wichtigsten Ziele der bewegten Architekturdarstellung sind. Die Darstellung dieser Wahrnehmungen kann sowohl durch statische Zeichnung als auch durch Computeranimation erreicht werden. Diese Dissertation versucht mit der Darstellung der historischen Entwicklung und der theoretischen Grundlagen der bewegten Darstellung einen Grundstein für Architekturausbildung und die Entwicklung von Qualitätskriterien der Architekturanimation zu legen.

Schlagwörter: Architektur, Darstellung, Bewegung

Abstract

The main topic of the thesis is the representation of movement. The research is deepened in the area of the architectural representation. The whole thesis is divided into two parts. The first part of the thesis concerns the historical development of the movement representation. The analysis from character, medieval picture narration, cubist painting to cinematographic representation and computer animation shows that the attempt, to represent the movement, is developed constantly in the history. Technical restriction was the obstacle to represent the time in the static picture. The relationship between movement and architecture is analysed at the beginning of the second part. The result is, that the spatial and atmospheric perceptions are the most important aims of the dynamic architectural representation. The representation of these perceptions can be achieved both with the static drawing and the computer animation. This thesis tries to put a foundation for the education and quality criteria of the architecture animation through the analysis of historical development and the theoretical bases of the movement representation.

Keywords: architecture, representation, movement

„Idee, Fleiß, Kontinuität“

Ich danke meinen Eltern und der von ihnen gelehrten Philosophie, die meine bisheriges Leben und meine Arbeit ständig begleitet haben.

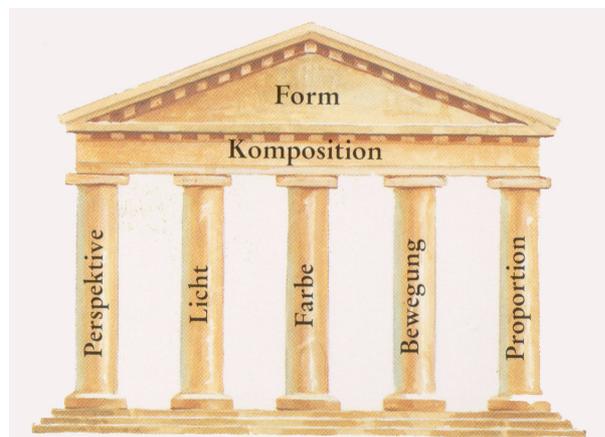
Ich danke Prof. Dr. -Ing. Herr Schmid-Kirsch, der mir die Beschäftigung als wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Uni-Hannover angeboten und die Forschung bezüglich dieser Promotion herzlich betreut hat.

Ich danke Prof. Dr. Phil. Dr. -Ing. Frau Margitta Buchert, die die Ausarbeitung und Verbesserung dieser Arbeit herzlich betreut hat.

Ich danke meinem Mann, Jörg Pagenkopf, meiner Kollegin, Tanja Stähler und meiner Schwiegermutter, Emma Pagenkopf, die mir bei Korrektur der deutschen Sprache herzlich geholfen haben.

Zürich, den 06. Januar 2003, Feng Lu-Pagenkopf

*Im Jahre 1590 schrieb der Mailänder Maler Giovanni Lomazzo (1538-1600) seine Gedanken zur Definition von Kunst nieder. Er verglich den Aufbau der Kunst mit einer Tempelfassade. **Bewegung** wurde von ihm als eine der fünf Säulen an der Fassade angesehen.¹*



¹ vgl. FRAYLING/FRAYLING/VAN DER MEER: Der Künstler bei der Arbeit

Inhaltsverzeichnis

	Inhaltsverzeichnis	I
1	Einleitung	1
1.1	Definition und Eingrenzung des Themas	1
1.2	Problemstellung und Anlass der Arbeit	2
1.3	Zielsetzung und Vorgehensweise der Arbeit	4
2	Darstellung von Bewegung in der statischen Darstellung	8
2.1	Zeichnung als Ausdrucksmittel und deren Darstellungsprobleme .	8
2.2	Der Grund der gelungenen Bewegungsdarstellung in der statischen Darstellung.	9
2.3	Die Versuche der Darstellung von Bewegung in der statischen Zeichnung	10
2.3.1	Ausdruck der Bewegung in der Schrift	10
2.3.2	Andeutung der Bewegung in Anleitungszeichnungen	12
2.3.3	Die Anwendung der geschwungenen Linie.	15
2.3.4	Die perspektivisch betonte Bewegung in Tiefenrichtung	19
2.3.5	Darstellung von mehreren Blickwinkeln.	21
2.3.6	Darstellung der Scheinbewegung	29
2.3.7	Chronologische Darstellung in Fotografie und Malerei	31
2.3.8	Bildergeschichten - Eine Zeitinszenierung in der statischen Darstellung.	33
2.4	Das Verfahren der Wiedererkennung von dargestellter Bewegung	36
2.4.1	Das subjektive Erkennungsverfahren der dargestellten Bewegung	36
2.4.2	Zusammenfassung der Darstellungsmethoden der Bewegung	37
3	Die bewegte Darstellung	40
3.1	Die technischen Entwicklungsschritte der bewegten Darstellung	40
3.1.1	Das mechanische Ablaufsprinzip des Films	41
3.1.2	Der optische Funktionsvorgang der Filmtechnik	41
3.1.3	Computeranimation	44
3.2	Das Sehen von Bewegung	47
3.2.1	Der Sehvorgang	47
3.2.2	Das Sehen von Bewegung	48
3.2.3	Das Sehen von manipulierter Bewegung	51
3.2.4	Die Unverträglichkeit des Sehens bei misslungener Bewegungsdarstellung	52
3.3	Zeit als Gestaltungsfaktor in der bewegten Darstellung.	54
3.3.1	Die Grundbedeutung der Zeit	55
3.3.2	Die Zeit in technischer Bedeutung	55
3.3.3	Die inhaltliche Gestaltung der Zeit	56
3.4	Die Rolle des Tons in der bewegten Darstellung	59
3.5	Schlussfolgerung	60

4	Die Bedeutung der Bewegung in der Architektur	61
4.1	Die mechanische Bewegung in der Architektur	61
4.1.1	Bewegung als Aufmerksamkeit	61
4.1.2	Die innovative Raumnutzung durch Bewegung	62
4.2	Die Nutzung der architektonischen freien Form zur Interpretation von Bewegung	66
4.3	Das bewegliche Erlebnis der Architektur	67
4.3.1	Das Erlebnis und die Wahrnehmung des Raums	68
4.3.2	Die Wahrnehmung der architektonischen Atmosphäre-Veränderung	72
4.4	Ausblick zu Aufgaben der bewegten Architekturdarstellung	74
5	Darstellung der Bewegung in der statischen Architekturdarstellung	76
5.1	Ein Überblick über die statischen Architekturzeichnungen	76
5.2	Darstellung des räumlichen Erlebnisses	79
5.2.1	Räumliche Wahrnehmung durch Schnittzeichnung	79
5.2.2	Räumliche Wahrnehmung durch mehrere ausgewählte Perspektiven	83
5.3	Darstellung des zeitlichen Erlebnisses	83
5.3.1	Darstellung der Atmosphäre durch einzelne Zeichnungen	83
5.3.2	Darstellung der atmosphärischen Veränderungen durch mehrere Zeichnungen	86
5.4	Die Dynamik der Architekturdarstellung von Zaha Hadid	88
5.5	Zusammenfassung und Ausblick	92
6	Die animierte Architekturdarstellung	96
6.1	Die Einsatzbereiche der Architekturanimation	96
6.1.1	Darstellung des räumlichen Erlebnisses	97
6.1.2	Darstellung der atmosphärischen Veränderung	100
6.2	Methodische Komplexität der Architekturanimation	102
6.2.1	Die Animationskomponenten	102
6.2.2	Das Aufbauverfahren der animierten Präsentation	104
6.2.3	Die Veränderung des Denkens und der Arbeitsweise durch die Computeranimation	107
6.3	Kriterien der Gestaltungsqualität von Architekturanimationen	110
6.3.1	Geschwindigkeit und Informationsmenge der Animation	110
6.3.2	Grafische Qualität der Animation	111
6.4	Ein Blick auf die zukünftige Stellung der Animation in der Architekturdarstellung	111
7	Resümee	115
	Literaturverzeichnis	117
	Internet-Recherche	121
	Abbildungsverzeichnis	123
	Animationsverzeichnis	128

1 Einleitung

1.1 Definition und Eingrenzung des Themas

Das Wort „Bewegung“ wird in der Sprache unter vielen Aspekten gebraucht. Im Duden findet man unter diesem Wort drei unterschiedliche Erklärungen:¹

1. *Das (sich) Bewegen durch Veränderung der Lage, Stellung, Haltung.*
2. *Inneres Bewegtsein, innere Bewegtheit, Ergriffenheit, Rührung, Erregung.*
3. *Politisch u./od. historisch bedeutendes gemeinsames (geistiges oder weltanschauliches) Bestreben einer großen Gruppe.*

Das englisch Lexikon „Webster’s New Encyclopedic Dictionary“ fasst das gleich bedeutende Wort „Movement“ in fünf Kriterien zusammen:²

1. *The act or process of moving, to change the place or position.*
2. *Tendency, Trend.*
3. *A series of actions taken by a group to achieve an objective.*
4. *A mechanical arrangement for causing a particular motion.*
5. *Rhythm, Candence, Tempo*

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Grundbedeutung dieses Wortes, d. h. wenn ein Objekt seine Lage, Stellung und Haltung verändert, dann hat eine Bewegung stattgefunden. Ein Zeitablauf ist bei einer Bewegung immer vorhanden. Das Tempo und die Beschleunigung einer Bewegung werden durch eine Veränderung von Position und Zeit-Veränderung bezeichnet. Der Begriff der Darstellung von Bewegung bezieht sich auf die Darstellung, die eine gewisse Bewegung repräsentiert.

Bewegung darzustellen, kann durch statische Darstellung oder direkt mittels Animation ermöglicht werden. Eine statische Darstellung liefert nicht die Information über einen tatsächlichen Bewegungsverlauf, sondern vermittelt lediglich einen bedeutenden Ausschnitt der Bewegung durch eine geeignete Darstellungsmethode. Animation ist eine Darstellungsmethode, welche die Bewegung mit tatsächlichen Positions- und Zeitveränderungen inszeniert. Die Begriffe „Animation“ und „bewegte Darstellung“ sind in dieser Arbeit gleichbedeutend. Das Kernthema der vorliegenden Forschung ist die Darstellung von Bewegung. Dieses Thema wird vertieft im Bereich der Architekturdarstellung untersucht.

Das in dieser Forschung bezogene Darstellungsmedium ist auf zweidimensionale Mittel wie z. B. Papier, Leinwand, Bildschirm eingeschränkt. Die Darstellung durch u. a. Bühne und Modell ist in dieser Arbeit ausgeschlossen. Die Untersuchung dieser Arbeit bezieht sich nicht auf eine detaillierte Auseinandersetzung mit der Technik der Computeranimation.

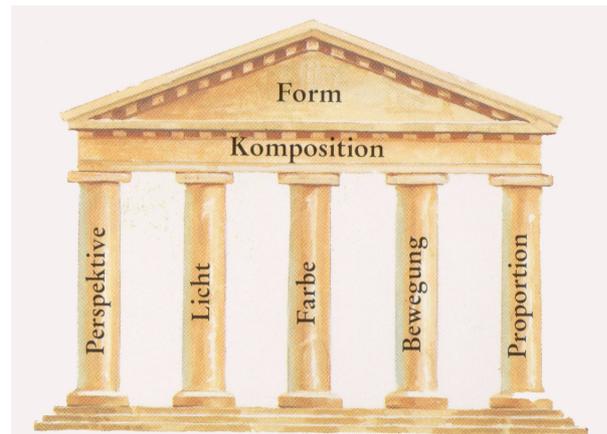
1 Duden: S. 253.

2 Webster’s New Encyclopedic Dictionary: S. 656.

1.2 Problemstellung und Anlass der Arbeit

„Bewegung“ in der Kunst ist nicht neu. Der mailändische Maler und Architekturtheoretiker Giovanni Lomazzo (1538-1600) hat im Jahr 1590 den Aufbau der Kunst mit einer Tempelfassade verglichen. „Bewegung“ wurde in seiner Tempelfassade als eine der fünf Säulen beschrieben.¹ Lomazzo hat in seinem Buch „L'Idée del Tempio della Pittura“ seine Vorstellungen nicht bildlich illustriert. Seine Vorstellung ist in folgendem Bild dargestellt:

Abbildung 1 Lomazzos Kunsttempel



Die gleiche Wertstellung der Bewegung in der Darstellung kann auch im fernöstlichen Kulturkreis wie z. B. in China gefunden werden. Im sechsten Jahrhundert hat der chinesische Bildnismaler, Hsieh Ho, eine Zusammenfassung aller damaligen Diskussionen über Darstellungsgesetze der Ästhetik in China wie folgt abgegeben:

1. *Den Lebensrhythmus (Geist) erfassen: Bewegung.*
2. *Die wesentliche Struktur der Linie wiedergeben: Pinselstrich.*
3. *Das Notwendige der Ähnlichkeit: Naturwiedergabe.*
4. *Geschickte Behandlung der Farben und der Tusche: Tonverteilung.*
5. *Bemühung um Komposition und Mass: Raumgefühl.*
6. *Die Wichtigkeit, klassische Werke nachzubilden: Tradition und Vollendung.*²

Alle späteren chinesischen Maler haben diese Malerbibel nach eigenem Ermessen gewichtet und erweitert. Die chinesischen Maler bewerten den ersten Satz der Darstellungsästhetik von Hsieh Ho sehr hoch: Den Lebensrhythmus, die Bewegung zu erfassen.³

Diese zwei Rechercheergebnisse zeigen, dass die Darstellung von Bewegung in der frühen menschlichen Zivilisation schon eine wichtige Rolle in der Ästhetik gespielt hat. Die Geschichte der zweidimensionalen Darstellung begann mit der traditionellen, statischen Darstellung. Das übliche Medium Papier ist zweidimensional und statisch. Diese Einschränkung hat die zwei Hauptprobleme in der Darstellung -die Darstellung des Raumes

¹ vgl. FRAYLING/FRAYLING/VAN DER MEER: Der Künstler bei der Arbeit

² Corn: S. 19.

³ vgl. Corn: S. 19.

und die Darstellung von Bewegungs- im wesentlichen verursacht. Die Versuche, Raum und Bewegung durch geeignete Methoden in der Zeichnung darzustellen, gibt es seit Beginn der Darstellungsgeschichte.

Das Problem der Darstellung von Raum kann durch Abbildungsgesetze, Parallelprojektion (Axonometrie) und Zentralprojektion (Perspektive), gelöst werden. Parallelrisse aus dem Bauwesen lassen sich bereits in Ägypten um 2100 v. Chr. nachweisen. Anfänge der Zentralprojektion finden sich in der griechischen Theatermalerei (Skenografie). Die Blüte der Zentralprojektion beginnt in der Renaissance im Italien des 15. Jahrhunderts.¹ Die Anwendung der Zentralprojektion zeigt, dass die Mathematik eine grundsätzliche Rolle für die Darstellung spielt. Geometrie ist heute, wie früher, immer noch das Bindeglied zwischen Mathematik und praktischer Darstellung.

Seitdem der deutsche (Nürnberger) Grafiker Albrecht Dürer (1471-1528) im Jahre 1523 das Buch „Underweysung der Messung mit dem Zirkel und Richtscheyt in Linien, Ebenen u. ganzen Körpern“ geschrieben hat², ist die Raumdarstellung mittels Geometrie im Vermessungs- und Bauwesen ein zentrales Thema für die Fachausbildung geworden. Dies gilt vor allem auch für die Architekturausbildung. Hinzu kommt die Lehre der Farben- und Grauwertanwendung, um diese grafischen Methoden zur Betonung des räumlichen Eindruckes zu vermitteln. Heutzutage lehren die Hochschulprofessoren in Deutschland mit eigenem Skript und historischen Literaturen zum Thema Raumdarstellung. Die deutsche Dozentin, Cornelia Leopold (geb. 1956), an der Universität Kaiserslautern, hat im Jahr 1999 das Buch „Geometrische Grundlagen der Architekturdarstellung“ veröffentlicht, welches sich systematisch mit dem Thema der raumbezogenen Architekturdarstellung befasst und als eines der wichtigen Lehrbücher in Deutschland gilt.

Die Geschichte der Darstellung von Bewegung begann mit der traditionellen, statischen Darstellung. Die statische Darstellung beschränkte sich anfangs auf die Momentaufnahme. Der Versuch, den beweglichen Gegenstand über mehrere Zeitabschnitte in einer statischen Darstellung abzubilden, kam erst zu Beginn des 20. Jahrhundert mit dem Kubismus auf. Die im 19. Jahrhundert entwickelte Filmtechnik hat erstmals in der Darstellungsgeschichte die flüssige Darstellung der Bewegung ermöglicht. Die Filmtechnik hat jedoch die traditionellen Darstellungsmethoden nicht ersetzt, sondern wurde als neues Medium in die Kunst integriert, bzw. hat sich in der Filmindustrie zu einer eigenständigen Kunst entwickelt. In Vergleich zum Thema der Raumdarstellung wird das Thema Bewegungsdarstellung selten systematisch in Hochschulen behandelt. Die bereits veröffentlichte Literatur wie z. B. von Pieper³, Sachsse⁴ und Sassmannhausen⁵ fokussieren direkt auf die Handlungen innerhalb der Computer-Animation. Es gibt bisher noch keine für die Architekturausbildung zusammengefasste theoretische Lehrliteratur über die geschichtliche Entwicklung der Bewegungsdarstellung und die umfassende Auseinandersetzung der Darstellungsmethoden der Bewegung.

1 Bittner: S. 18.

2 <http://www.wissen.de>: Suchbegriff: Dürer.

3 Pieper, Mathias: ComputerAnimation, -Inhalt, Ästhetik und Potential einer neuen Abbildungstechnik, Regensburg 1994.

4 Sachsse, Rolf: Bild und Bau - Zur Nutzung technischer Medien beim Entwerfen von Architektur, Braunschweig/Wiesbaden 1997.

5 Sassmannhausen, Volker: Architektur und Simulation, -Animation als manipulierbares Darstellungswerkzeug in der Architektur, Diss. TU Berlin 1998.

Die sich in den letzten 20 Jahren rapide entwickelnde Computertechnik hat eine Reihe verschiedenster Animationsprogramme hervorgebracht. Durch diesen technischen Fortschritt wurde die Simulation von Bewegung auf dem Bildschirm erheblich vereinfacht. In der Folge dieser Entwicklung wird die vom Rechner erzeugte Animation in fast allen Berufen als neues und beliebtes Präsentationsmittel angewandt. Diese Entwicklung hat auch einen erheblichen Einfluss auf die Architekturdarstellung ausgeübt. Statt der von Hand skizzierten axonometrischen und perspektivischen Zeichnungen werden immer mehr dreidimensionale Animationen nach beliebig auswählbaren Koordinatensystemen und Blickwinkeln in der Architekturpräsentation gezeigt.

Da die Animation die Architektur dem Betrachter gegenüber viel anschaulicher als die statische Darstellung präsentiert, wird sie in der Architekturdarstellung eine zunehmende Rolle spielen. Es ist eigentlich schon höchste Zeit, ein Lehrskript zum Thema der Bewegungsdarstellung auszuarbeiten. Dadurch könnte die Theorie der bewegten Darstellung entsprechend der schnellen Entwicklung der Technik vermittelt werden.

Durch meine Lehrtätigkeit¹ an der Universität Hannover und die Teilnahme an der internationalen Fachkonferenz² habe ich diese Lücke im Lehrprogramm der Hochschulausbildung entdeckt und die Erweiterungsnotwendigkeit des Lehrkonzeptes vorausgesehen. Diese Entdeckung führte mich zur Idee, eine Untersuchung zur gesamten Entwicklung der Darstellung von Bewegung, mit einer Vertiefung in der Architekturdarstellung, durchzuführen.

Da die Architekturdarstellung zur gesamten Darstellungswelt gehört und viele methodische Einflüsse aus den anderen Darstellungssektoren enthält, ist es sinnvoll, eine Betrachtung der allgemeinen Darstellungsgeschichte vor der Vertiefung in der Architekturdarstellung, durchzuführen. Das Ergebnis dieser Untersuchung soll meines Erachtens später als ein Teil der Grundlagen der Hochschullehre im Bereich der Architekturdarstellung verwendet werden.

1.3 Zielsetzung und Vorgehensweise der Arbeit

Ziel der Arbeit ist es, eine Untersuchung der Entwicklung der Darstellung von Bewegung mit besonderer Berücksichtigung der Architekturdarstellung durchzuführen. Die durch diese Forschung zu klärenden Fragen sind:

1. Welche Methoden zur Bewegungsdarstellung gibt es in der statischen Darstellung? Wie wird die dargestellte Bewegung erfolgreich dem Betrachter übermittelt?
2. Welche Vorteile hat die bewegte Darstellung, im Vergleich zur statischen Darstellung? Wie beteiligt sich die Zeit als eine neuer Gestaltungsfaktor bei der bewegten Darstellung?

1 Lehrassistentin beim Herrn Prof. Dr. -Ing. Albert Schmid-Kirsch im Bereich Architekturdarstellung am Institut für Architektur-informatik und Darstellung, Fachbereich Architektur, Universität Hannover, 1998-2001.

2 a) Symposium Darstellende Geometrie, Dresden, Deutschland 16.-17. Juni 2000; Symposiumsvortrag in Zusammenarbeit mit Herrn Prof. Dr. -Ing. Albert Schmid-Kirsch: Integration neuer Präsentationstechniken in den DG-Unterricht in der Architekturausbildung (Siehe Proceeding: S. 133-137).

b) Ninth International Conference on Geometry and Graphics, Johannesburg, South Africa, 28.-31. Juli 2000; Konferenzvortrag in Zusammenarbeit mit Herrn Prof. Dr. -Ing. Albert Schmid-Kirsch: New Educational Approaches to Descriptive Geometry in the Field of Architecture Dynamic Presentations (Siehe Proceeding: S. 305-308).

3. Welche Bewegung spielt in der Architektur bzw. Architekturdarstellung eine Rolle?
4. Wie werden die Darstellungsprobleme der Bewegung in der statischen und animierten Architekturdarstellung gelöst? Wie sieht ihre Rolle in der zukünftige Architekturdarstellung aus?

Kern der Arbeit sind folgende zwei Hauptteile:

1. Eine vorbereitende Untersuchung der Entwicklung zur Darstellung von Bewegung in der allgemeinen künstlerischen Darstellungsgeschichte
2. Eine vertiefende Untersuchung der Darstellung von Bewegung in der Architektur

Der erste Teil ist in die Kapitel zwei und drei untergliedert. In diesem Teil wird ein Überblick über die Versuche der Darstellung von Bewegung in der Darstellungsgenealogie ausgearbeitet. Obwohl die statische Darstellung über sehr lange Zeit als einzige Methode der Darstellung gedient hat, war der Wunsch nach einer Methode, die Dinge beweglich darzustellen, immer vorhanden. Technische Einschränkungen waren der Hauptgrund für den Verzicht auf eine bewegte Darstellung. Der Versuch, die Bewegung darzustellen, wurde und wird in der Geschichte der menschlichen Zivilisation ständig weiterentwickelt. Die in vielen Kulturkreisen ursprünglichen Schriftzeichen, die mittelalterliche Bilderzählung, die kubistische Malerei, der Boom der Filmindustrie und die zur Zeit populärer gewordene Computeranimation sind hierfür Kennzeichen. Das Kapitel zwei beschäftigt sich mit der Darstellung von Bewegung in der statischen Darstellung. Ziel dabei ist eine Antwort auf die folgenden Fragen zu finden:

1. Welche Methoden gab es in der Geschichte, die Bewegung darzustellen?
2. Welche Methoden können als erfolgreich bezeichnet werden und was sind die ausschlaggebenden Gründe dafür?

Im dritten Kapitel wird ein Überblick über die Entwicklung der bewegten Darstellung durchgeführt. Zeit wird hier als ein wichtiger Darstellungsfaktor hervorgehoben. Im Schlussteil dieses Kapitels wird die Rolle und die Gestaltung der Zeit in der Darstellung diskutiert.

Nach der Auseinandersetzung mit den allgemeinen Darstellungsmethoden von Bewegung wird das Thema der bewegten Darstellung in der Architektur im zweiten Teil der Arbeit in den Kapiteln vier bis sechs weiter vertieft.

Als eine Einleitung und Vorbereitung zum Thema Architekturdarstellung wird zuerst im vierten Kapitel eine ausführliche Betrachtung über die Beziehung zwischen Architektur und Bewegung durchgeführt. Der Leitgedanke dieses Kapitels kann mit den folgenden zwei Fragen zusammengefasst werden:

1. Was hat Architektur mit Bewegung zu tun?
2. In welchem Zusammenhang wird Bewegung in der Architektur dargestellt?

Das fünfte Kapitel behandelt das Thema der Darstellung von Bewegung in der statischen Architekturzeichnung. Die Fragen, die hier zu klären sind, lauten:

1. Welche statische Architekturzeichnungen gibt es?

2. Wie werden Bewegungen in statischen Architekturzeichnungen dargestellt?
3. Wie sieht die zukünftige Stellung der statischen Zeichnung in Konkurrenz zur derzeit sich rasch entwickelnden Architekturanimation aus?

Das sechste Kapitel beschäftigt sich mit der Anwendung der bewegten Darstellung in der Architektur. Am Anfang des Kapitels werden die Einsatzbereiche der Architekturanimation beschrieben. Dann wird auf die methodischen Fortschritte dieser modernen Darstellungsmethode näher eingegangen. Die von dieser Methode beeinflussten Denk- und Arbeitsweisen werden als nächstes diskutiert. Eine weitere vertiefende Diskussion in diesem Kapitel fokussiert auf die Gestaltungsqualität der Animation. Zur Beurteilung der Animationsqualität werden die Wahrnehmungskriterien der Zuschauer berücksichtigt. Als Schlussfolgerung wird ein Ausblick über die zukünftige Stellung der Animation in der Architekturdarstellung gegeben. Die Aussage baut hierbei nicht nur auf den für diese Dissertation gemachten umfangreichen Untersuchungen und theoretischen Auseinandersetzungen auf, sondern berücksichtigt auch Ergebnisse aus Gesprächen mit Fachkollegen sowie Erfahrungen in der Lehrtätigkeit am Institut für Architekturinformatik und Darstellung an der Universität Hannover.

Das siebte Kapitel resümiert die vorherige Diskussion und fasst das Forschungsergebnis zusammen. Durch diese Arbeit soll gezeigt werden, dass die Darstellung von Bewegung genauso wie die Darstellung von Raum eine wichtige Rolle in der Architekturdarstellung spielt. Es ist in unserer multimedialen Zeit besonders wichtig, dieses Thema systematisch in der Architekturausbildung einzuführen.

Die folgende Tabelle macht die gesamte Struktur der Arbeit deutlich.:

Kapitel 1. Einleitung	
Teil 1: vorbereitende Untersuchung der Versuchsschritte der Darstellung von Bewegung	Kapitel 2. Die Darstellung von Bewegung in der statischen Darstellung
	Kapitel 3. Die bewegte Darstellung
Teil 2: vertiefende Untersuchung der bewegten Darstellung in der Architektur	Kapitel 4. Die Bedeutung der Bewegung in der Architektur
	Kapitel 5. Darstellung der Bewegung in der statischen Architekturzeichnung
	Kapitel 6. Die animierte Architekturdarstellung
Kapitel 7. Resümee	

2 Darstellung von Bewegung in der statischen Darstellung

2.1 Zeichnung als Ausdrucksmittel und deren Darstellungsprobleme

Um unsere Denkwelt zu erfassen und die Kommunikation mit der Umwelt zu ermöglichen, benötigen wir Ausdrucksmethoden. Mit der Entwicklung der menschlichen Zivilisation entstanden bereits verschiedene Ausdruckstechniken. Je nach den an der Kommunikation beteiligten Sinnesorganen, kann der Ausdruck akustisch und/oder visuell sein. Ein akustischer Ausdruck ist hierbei das Sprechen, das Singen oder das Spielen von musikalischen Instrumenten.

Die der visuellen Kommunikation auf ebene Informationsträger dienenden, Ausdrucksmethoden können nach ihren Eigenschaften in zwei Gruppen geteilt werden: Der anschauliche, bildliche Ausdruck und der abstrakte, codierte Ausdruck. Gewöhnlich wird der bildliche Ausdruck als Zeichnen und der codierte Ausdruck als Schreiben bezeichnet. Die abstrakte, codierte Ausdrucksformen sind z. B. die arabischen Zahlen, die auf den lateinischen Buchstaben basierenden Schriften, Blindenschriften, Musiknoten usw.. Zeichnen und Schreiben sind zwei der einfachsten und auch ältesten Ausdrucksmethoden.

Bevor der Mensch schreiben lernte, drückte er seine Gedanken in Bildern aus. Diese Aussage entspricht in etwa der Formel, auf die man sich in der Forschung über die Schriftentwicklung geeignet hat oder geeinigte. Bilder auf Stein, auf Höhlenwänden oder auf freien Felsen, gehören zu den frühesten Manifestationen der menschlichen Kreativität. Ohne die Vorlage von Bildern ist auch die Entwicklung der Schrift nicht denkbar.¹ In manchen Kulturkreisen wie z. B. in China entwickelte sich die ursprüngliche bildliche Aufzeichnung zur modernen Schrift, d. h. das Bildzeichen wird in der Entwicklung zur Schrift abstrahiert.

Seit dem Beginn der menschlichen Zivilisation versuchen die Menschen durch Zeichnungen gesehene und ausgedachte Szenen bildlich zu protokollieren. Die Zeichnung dient hier zum einen als Dokumentationsmittel und zum anderen als Kommunikationsmittel. Sie ermöglicht den Austausch und den Abgleich individueller Ideen.

Die Zeichnung ist leider keine perfekte Lösung der Darstellung, um den Gegenstand, wie er ist, exakt auszudrücken. Das Problem entsteht dadurch, dass die physikalische Welt räumlich und beweglich ist, während die traditionelle Zeichnung immer auf dem zweidimensionalen und statischen Zeichenblatt verankert ist.

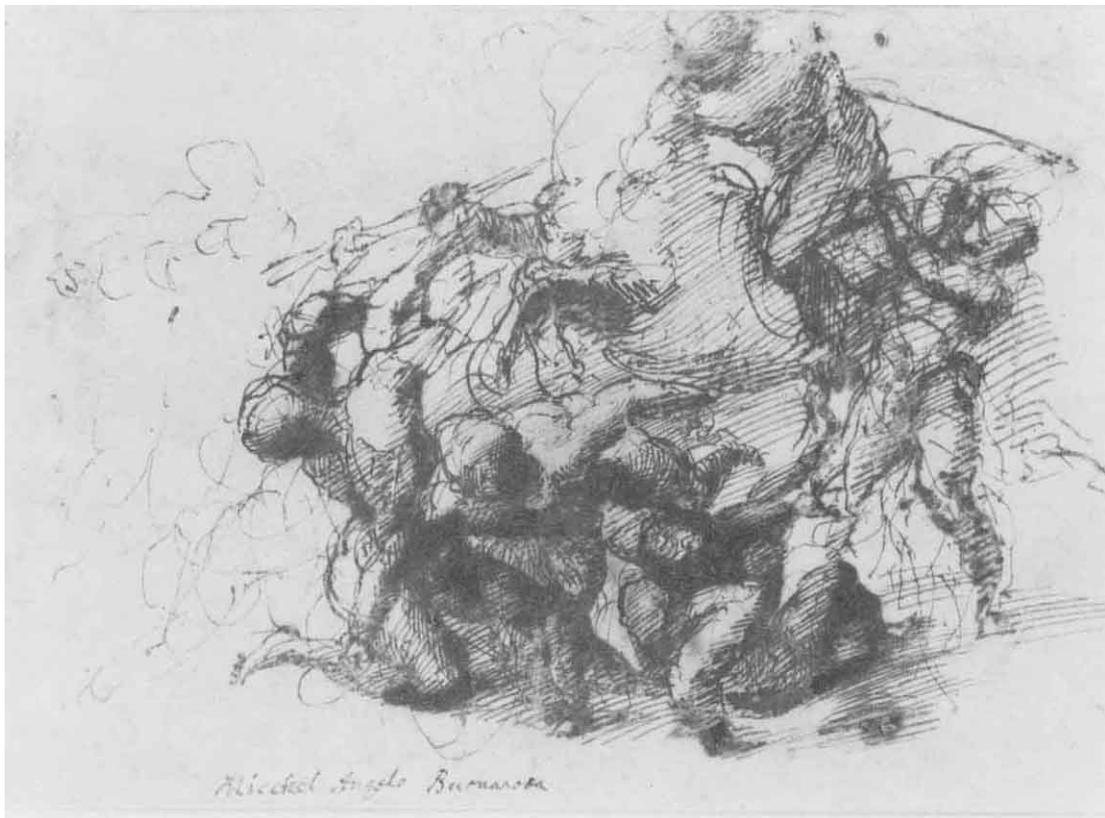
Da das Problem der Raumdarstellung nicht das zentrale Thema dieser Arbeit ist, wird das vorliegende Kapitel sich nur mit dem Problem der Darstellung von Bewegung befassen.

¹ vgl. Haarmann: S. 22.

2.2 Der Grund der gelungenen Bewegungsdarstellung in der statischen Darstellung

Es wurde immer versucht, Bewegung in Zeichnungen darzustellen. Jedoch ist das statische Medium Zeichenblatt hierfür nicht geeignet. Die Zeichnung kann zwar die Bewegung über eine Zeitdauer nicht erfassen, sie kann aber einen dynamischen Moment darstellen. Das folgende Bild des italienischen Künstlers, Michelangelo Buonarroti (1475-1564) zeigt Kampfbewegungen, die in einer ruhenden Zeichnung dargestellt wurden. Die Zeichnung vermittelt dem Betrachter eine hohe Dynamik, ohne konkrete Änderung von Position und Stellung. Da eine Bewegung immer eine Veränderung von Zeit und Stellung beinhaltet, ist deren Darstellung auf dem statischen Blatt nicht möglich.

Abbildung 2 Kampfszene, Michelangelo, um 1506



Die Momentdarstellung ist eigentlich die Lösung der Darstellung von Bewegung in der statischen Darstellung. Die Frage ist nun, wie eine dargestellte Bewegung durch ihre Momentrepräsentation vom Betrachter gut aufgenommen werden kann? Anders formuliert: wie kann der Darsteller seine Bewegungsszene dem Betrachter übermitteln?

Hierzu spielt die Wahrnehmung und die Erfahrung des Betrachters eine grosse Rolle. Wenn der Betrachter seine Erfahrung über Bewegung mit der dargestellten Bewegung problemlos verbinden kann, kann er die dargestellte Szene auch richtig wahrnehmen bzw. verstehen.

Die oben gezeigte Zeichnung von Michelangelo umfasst eine Momentaufnahme einer, über eine Zeitdauer, geschehenen Bewegung. Die hier für die Darstellung von Bewegung verwendete Methode ist die der geschwungenen Linien und gekrümmten Formen. Da die Erscheinung der Bewegung in unserem normalen Verständnis oft in Form von geschwungenen Linien und gekrümmten Körpern (in Verbindung zu unserer eigenen Körperbewegung) vorkommt, kann das dynamische Gefühl beim Zuschauer gut erweckt werden.

Zusammengefasst sieht der Grund der gelungenen Bewegungsdarstellung mittels statischer Zeichnung wie folgt aus: Wenn die Darstellung mittels geeigneter Darstellungsmethoden hergestellt wird, kann die dargestellte Bewegung von dem Betrachter als Bewegung erkannt werden. Diese Methoden sollen die Erkennung von Bewegung durch eine Verbindung mit den menschlichen Erfahrungen zur Bewegung initiieren.

In dem folgenden Teil des Kapitels werden verschiedene Versuchsschritte der Darstellung von Bewegung erläutert. Die Bewertung dieser Darstellungsmethoden ist auf die allgemeine Wahrnehmung und Erfahrung zurückzuführen. Die Untersuchung dieses Kapitels zielt darauf ab, einen Überblick über die methodische Entwicklung der bewegten Darstellung zu schaffen. Die Untersuchung orientiert sich nicht an der chronologischen Entwicklung, sondern an der Klassifizierung der Methoden. Der Grund hierfür ist, dass viele Methoden in ähnlicher Weise in verschiedenen Kulturkreisen und Zeitphasen benutzt wurden.

2.3 Die Versuche der Darstellung von Bewegung in der statischen Zeichnung

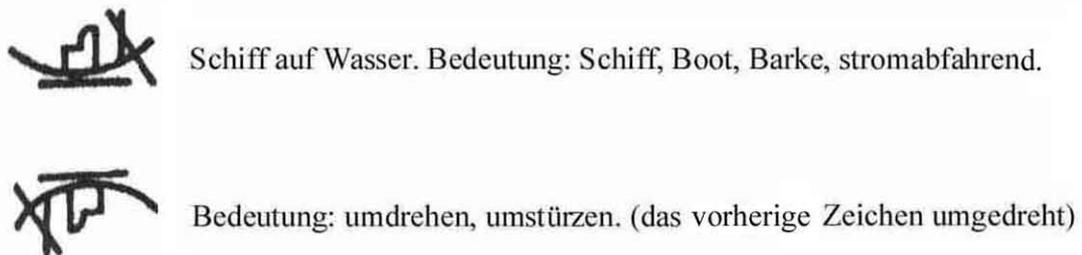
2.3.1 Ausdruck der Bewegung in der Schrift

Bevor die Menschheit die Schrift erfunden hatte, drückte sie ihre Gedanken in Bildern aus. So kam es zur Entstehung der Zeichenschrift. In manchen Ländern, wie z. B. China oder Japan, wurden die ursprünglich bildbezogenen Schriften in der Moderne zu abstrakteren Schriften weiterentwickelt.

Mit dem Problem, die Bewegung zu beschreiben, wurden die Menschen bereits durch die Zeichenschrift konfrontiert. Die Beschreibung einer Bewegung ist nicht einfach wie die eines statischen Objektes. Sehr oft werden Verben in der Zeichenschrift durch die an der Bewegung beteiligten Objekte und deren Zusammenhang dargestellt.

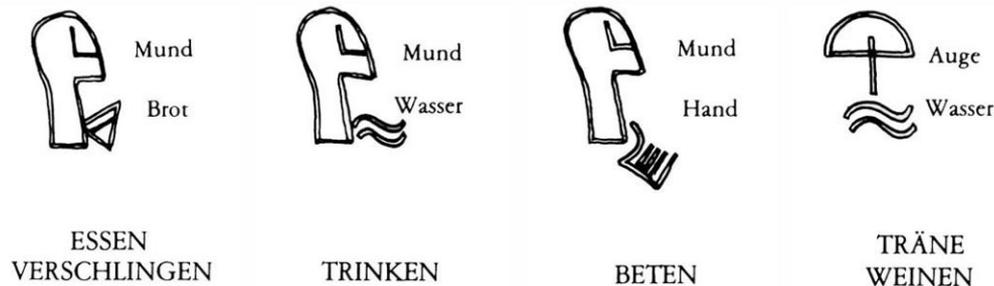
Frühe Beispiele hierfür sind die Verben „umdrehen, umstürzen“ in der alten ägyptischen Hieroglyphenschrift. Wenn das Zeichen „Schiff“ umgedreht geschrieben wird, bedeutet dann das umgedrehte Zeichen „umdrehen, umstürzen“. Dieses Zeichen kann beliebig für passende Situationen benutzt werden, auch ohne die Beteiligung eines Schiffs.¹

Abbildung 3 Alte ägyptische Hieroglyphenschrift für „umdrehen, umstürzen“



Das nächste Beispiel stammt aus der altsumerischen (oder protosumerischen) Zeit. Die Handlung wurden oft in dieser alten Zeichenschrift (Ideogramm) durch Zusammensetzung der Bezugsobjekte dargestellt, z. B. essen durch Mund und Brot; trinken durch Mund und Wasser; beten durch Mund und Hand sowie weinen durch Auge und Wasser (Tränen).²

Abbildung 4 altsumerische Bildzeichen



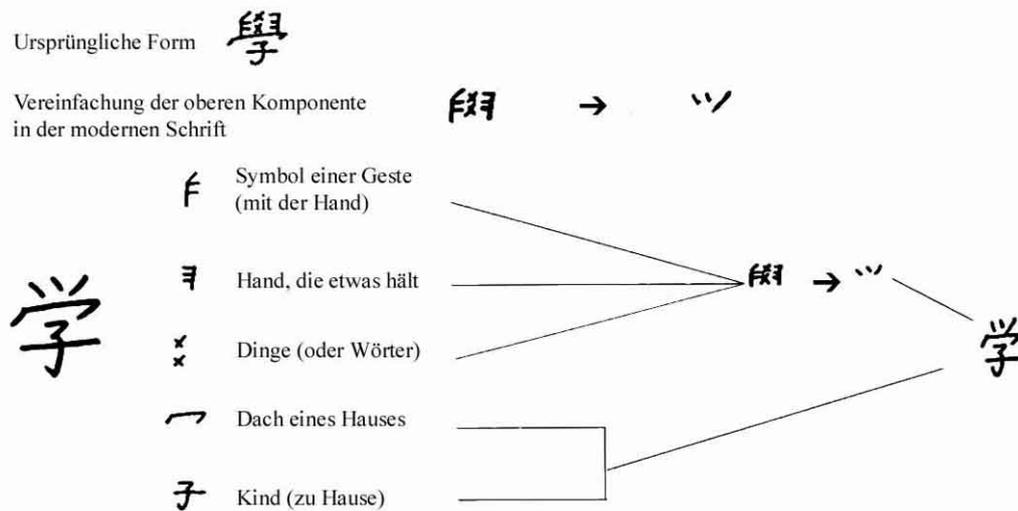
Das chinesische Schriftsystem ist ebenso auf bildliche Zeichen aufgebaut. Ähnlich wie die Zeichensprache aus anderen Kulturkreisen werden die Verben in der chinesischen Sprache auch durch die Zusammensetzung von mehreren betroffenen Teilzeichen dargestellt. Ein Beispiel hierfür ist das Zeichen „Lernen“. In diesem Zeichen verbirgt sich ein Stück visualisierter Kulturgeschichte. In dem ursprünglichen Bildsymbol ist die Mutter in

¹ vgl. Haarmann, S. 133.

² vgl. Haarmann, S. 154.

Form eines Hausdaches, welches sich schützend über das Kind stellt, dargestellt. Zwischen ihren Händen hält sie den abstrakt dargestellten Lehrinhalt, welchen sie ihrem Kind weitergibt.¹

Abbildung 5 Der Ausdruck „Lernen“ in Chinesisch



2.3.2 Andeutung der Bewegung in Anleitungszeichnungen

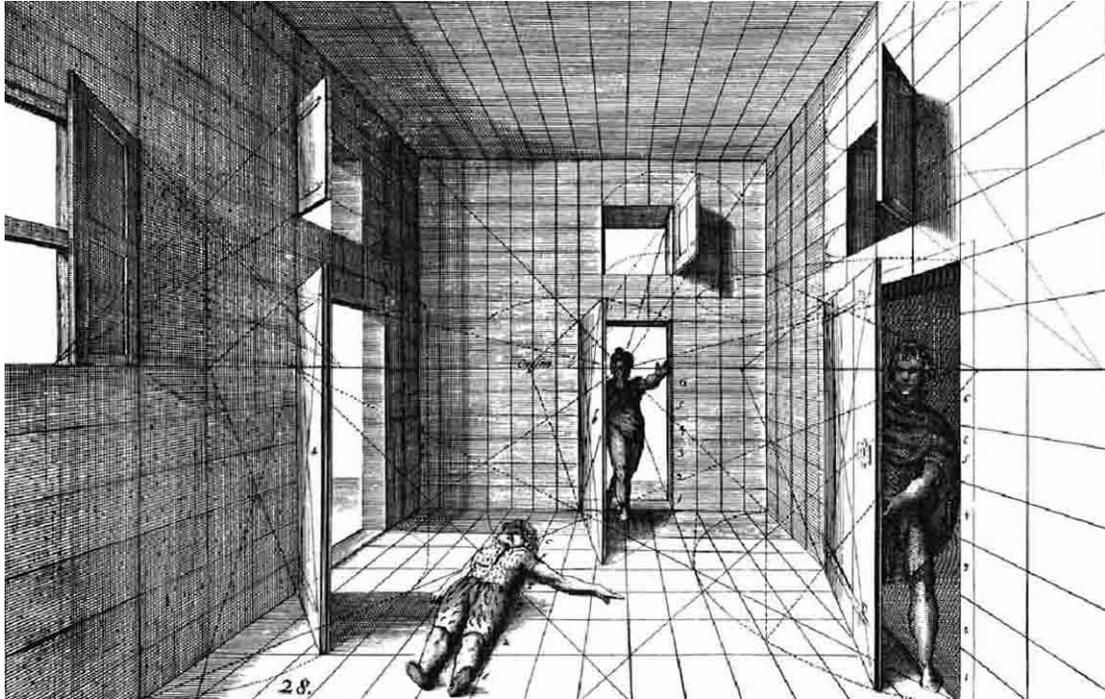
Anleitungen zeigen etwas richtig zu konstruieren oder zu bedienen. Für eine Konstruktion müssen Bewegungsschritte in eine sinnvolle Reihenfolge gebracht werden. In vielen Anleitungszeichnungen wird die Bewegungsbahn mittels gerader oder gebogener Linien und Bewegungsrichtungen mittels Pfeilen dargestellt. Diese Möglichkeiten Bewegung anzudeuten, sind einfach und deutlich, so dass sie wiederholt in diversen Darstellungen eingesetzt wurden und werden.

Die erste Beispielzeichnung stammt vom niederländischen Renaissancekünstler Jan Vredeman de Vries (1527- nach 1604). Der Darsteller möchte neben der perspektivischen Innenraumdarstellung auch die Bewegungswege und -richtungen der Türen und Fenster vermitteln und begegnet damit dem Problem der Darstellung von Bewegung. Durch Kur-

¹ vgl. Haarmann, S. 175.

ven und Linien versuchte er die geometrische Bewegungsbahn deutlich zu machen. Solche Zeichnungen liefern deswegen mehr Informationen als eine Zeichnung ohne zusätzliche Darstellung von Bewegungsbahnen.

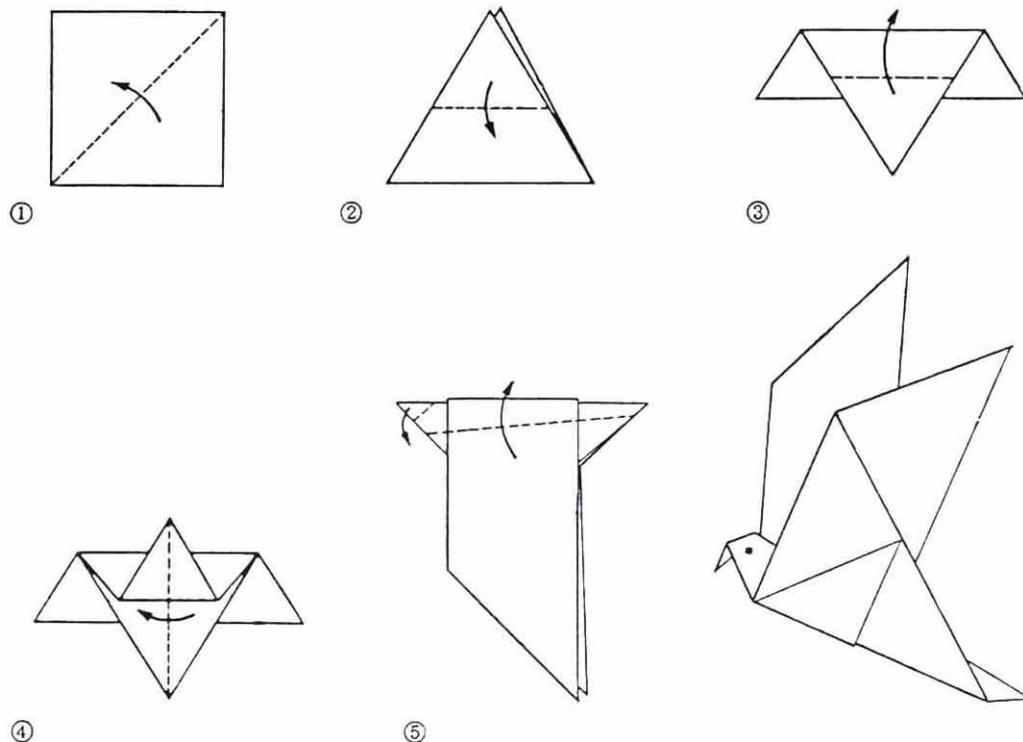
Abbildung 6 Architektonische Perspektive, Jan Vredeman de Vries, 1604



Ähnliche Darstellungen finden wir auch in späteren Zeichnungen. Uns ist bekannt, dass durch die Darstellung von Bewegungsbahnen und Pfeilen die Information, wie ein Objekt sich bewegt und in welche Richtung die Bewegung geht, vermittelt werden kann. Durch eine Reihe von hintereinander gestellten Zeichnungen können wir noch genauer erfahren,

welche Bewegung zuerst gemacht wird, welche danach und welche die Aktion abschliesst. Die folgende Abbildung ist eine bildliche Anleitung, um die Faltung eines Papervogels zu erklären.

Abbildung 7 Hinweise mit Pfeilen für Papierfaltung



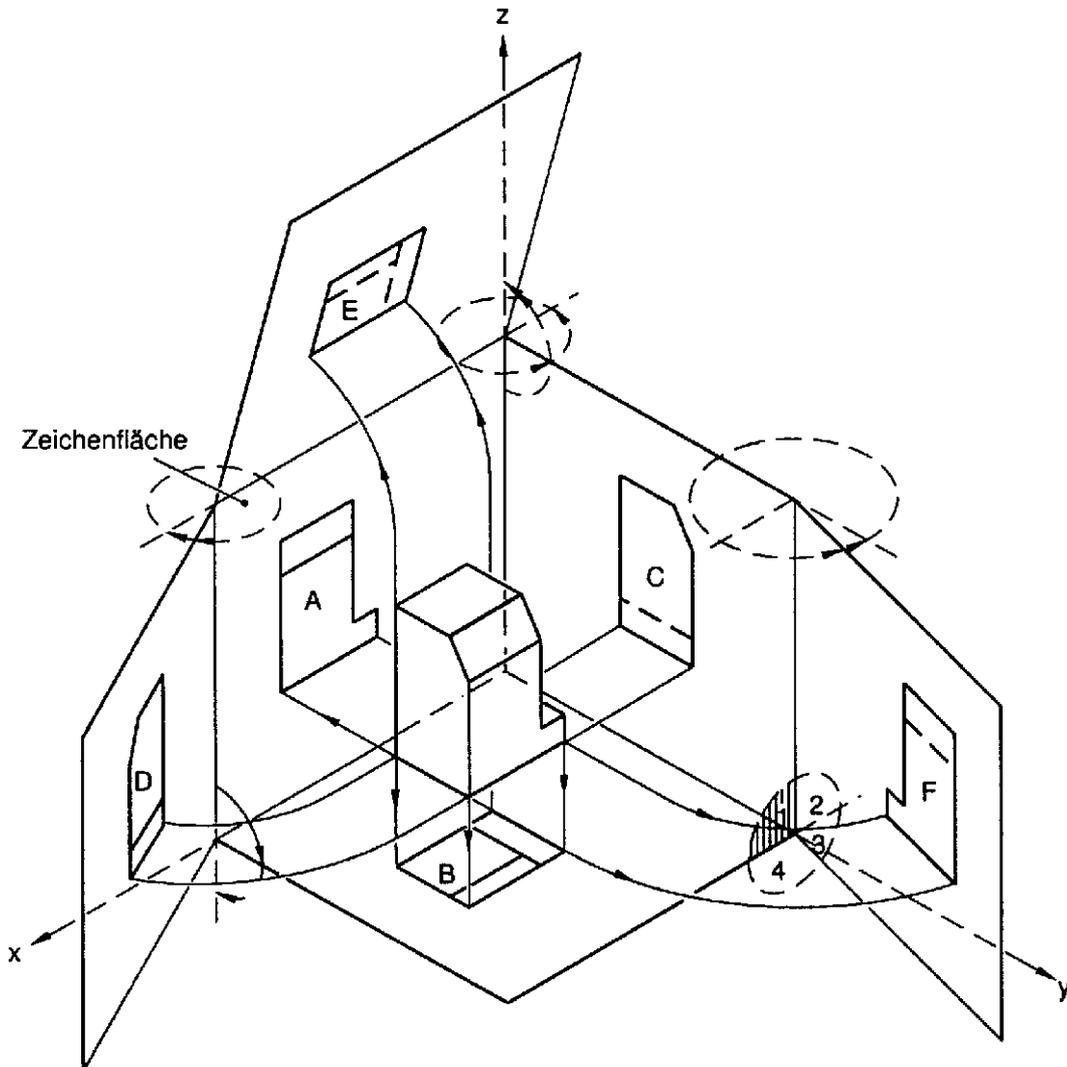
Die zeichnerische Andeutung von Bewegungsbahn und -richtung wird häufig in Anleitungszeichnungen benutzt. Die Konstruktion ist eine Reihe von definierten Bewegungen. Um die Bewegung in statischen Zeichnungen deutlich zu machen, ist die Anwendung von geometrischen Linien und Kurven sowie Richtungspfeilen notwendig.

Die folgende Zeichnung ist eine Erklärung der Herstellung von Risszeichnungen. Die Bewegungsrichtung wird durch Pfeile dargestellt und die Bewegungsart (kreisförmig oder linear) wird durch Bewegungsbahnen deutlich gemacht. Geometrisch gesehen ist die Zeichnung durch ein räumliches Koordinatensystem dargestellt. Neben der vorhandenen räumlichen Dimensionen beinhaltet die Zeichnung eigentlich schon die Zeit als zusätzliche Darstellungsdimension. Die Darstellung ermöglicht auf der Zuschauersseite die Vorstellung von Vorher und Nachher. Der Inhalt der Zeichnung ist nicht mehr auf sichtbare Informationen eingeschränkt und die statische Zeichnung liefert hier schon den Geist von Bewegung.

In der folgenden Abbildung über die in Europa übliche Anordnung der Risszeichnung werden mehrere Bewegungsrichtungen in Form von Drehkreisen in horizontaler und vertikaler Richtungen gezeigt. Die Darstellung mittels einer Animation würde eine Vorführungsdauer über mindestens eine Minute und einen vielfachen Zeitaufwand für die Vorbereitungsarbeit der Darstellung benötigen. Mit dieser Form der statischen Darstel-

lung können die Zuschauer den Zweck der Zeichnung sehr gut begreifen und die statische Zeichnung kann den Ausdruck von Bewegung viel prägnanter als sonstige bewegte Methoden formulieren.

Abbildung 8 Europäische Anordnung der Risszeichnung



2.3.3 Die Anwendung der geschwungenen Linie

Maler hatten von Anfang an das Bedürfnis, Bewegung in Darstellungen umzusetzen. Die Nutzung der geschwungenen Linie kann fast als instinktiver Ausdruck der Bewegung verstanden werden. Die abstrakte, geschwungene Linie wurde als einfachste Zeichensprache schon seit Beginn der menschlichen Zivilisation zur Darstellung genutzt. Die folgende 5 m breite Fingerzeichnung wurde in der Höhle von Altamira in Spanien gefunden. Die Fingerzeichnung zeigt, dass der Darsteller sich bemühte, eine immense Zeichnung mit ab-

strakten, geschwungenen Linien aufzustellen.¹ Die geschwungene Linien reflektiert das innere Bewegtsein des Darstellers, dessen konkrete Inhalte von einem modernen Menschen nicht mehr intuitiv entziffert werden können.

Abbildung 9 Fingerzeichnung in der Höhle von Altamira / Spanien



Zeichnen mit geschwungenen Linien ist eine der wichtigsten Methoden, um die Dynamik der dargestellten Bewegung an den Zuschauer effektiv zu vermitteln. Geschwungene Linien können eine fortlaufende Änderung der Bewegungsrichtungen sehr gut veranschaulichen. Sie verhelfen dem Zuschauer zu einer dynamischen Betrachtung des dargestellten Gegenstandes. Die physikalische Bewegung, die in einem Bild präsentiert wird, kann bei dem Betrachter nun psychisch eine Bewegung hervorrufen. Die psychische Bewegung ist durch geschwungene Linien schnell aufzurufen, da die Interpretation der geschwungenen Linie als Bewegung instinktiv geschieht. Dieser Instinkt ist auf unsere eigenen schwingartigen Körperbewegungen zurückzuführen. Der Architekt, Maler und Schriftsteller, Leon Battista Alberti (1402-1472) hat diese Eigenschaft in seinem Buch „De Pictura“ so beschrieben:

„...Gemälde werden die Betrachter bewegen, wenn die dargestellten Personen ihre eigenen Gefühle so deutlich wie möglich nach außen hin zu erkennen geben [...] zum Beispiel wenn wir zusammen mit dem Betrübten trauern. Diese Gefühle kennen wir von der Bewegung des Körpers her...“²

Das nächste Beispiel zum Thema der geschwungenen Linie stammt von der Ausgrabung der Familie Wu, die ca. 100 Jahre nach Christus in Nordostchina, der heutigen Provinz Shandong, lebte. Die Figuren, die auf dem Reliefbrett dargestellt wurden, sind mit anschaulichen, geschwungenen Linien gestaltet. Durch diese geschwungenen Figuren wird der dynamische Ausdruck der Bewegung hervorgehoben. Das linke Bild stellt eine dynamische Szene der Feldarbeit dar. Das rechte Bild drückt eine ruhige und langsame Aktivität in einer Halle aus. Wenn wir die beiden Bilder vergleichen, ist der Linienschwung

¹ vgl. Sellenriek: S. 10.

² <http://www.noteaccess.com/Texts/Alberti/>

der Figuren im rechten Bild wesentlich ruhiger gehalten als der im linken Bild. Allein durch die unterschiedliche Schwungstärke der Linien erzielen die Inszenierungen unterschiedliche Atmosphären.

Abbildung 10 Flachrelief der Grabkammer der Wu-Familie. 147-167 n. Chr.

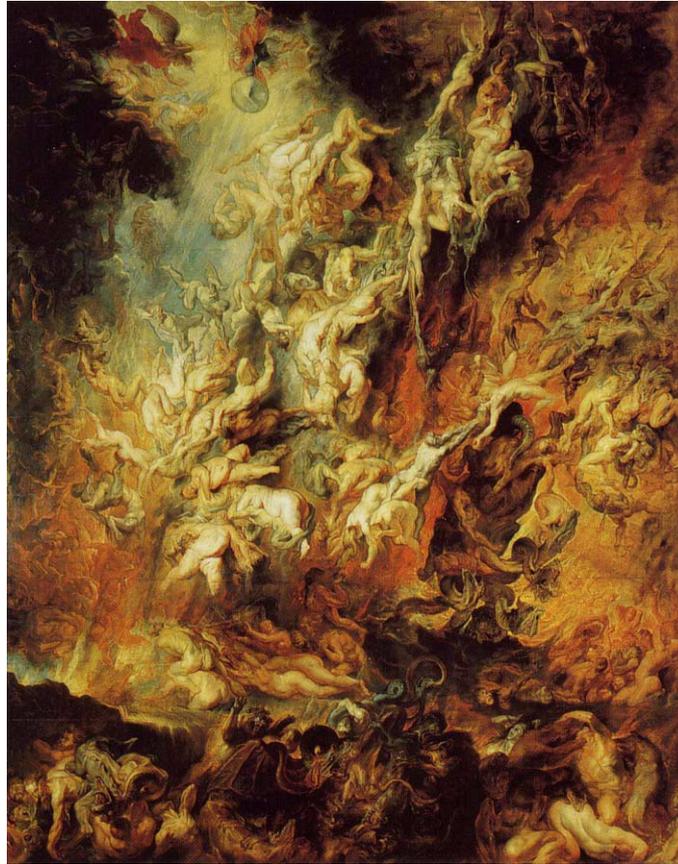


links: Götter und Magier / H. 112 cm, B. 141 cm
rechts: Empfang in einer Halle / H. 70 cm, B. 155 cm

Im westlichen Kulturkreis wird die Methode der geschwungenen Linie genauso wie im Fernosten für die Darstellung von Bewegung eingesetzt. Die folgende Abbildung ist ein berühmtes Werk des deutsch-flämischen Barock-Malers, Peter Paul Rubens (1577-1640).

In diesem Gemälde wurden die geschwungenen Linien zur Wiedergabe kraftvoller Bewegungen genutzt. Die Situation im Bild ist ein „geplantes Durcheinander“, wodurch verstärkt Gefühle und Emotionen auf der Seite der Betrachter hervorgerufen werden.

Abbildung 11 Der Höllensturz der Verdammten, Peter Paul Rubens, ca. 1614-1618



Der italienische Futurismus zielte zu Beginn des 20. Jahrhunderts darauf ab, die Kunst von ihrer „fossilen“ Vergangenheit zu befreien und in die moderne Zeit zu katapultieren. Mit schriller Publicity verkündeten die Futuristen ein neues Schönheitsideal - „Tempo“ - als Ausdruck eines neues Zeitalters der Gewalt, des Krieges, der Kommunikation und der Technologie. Aggression und Destruktion waren die Schlagworte, und in den Werken des Hauptvertreter dieser Bewegung, Umberto Boccioni (1882-1916)¹, erfolgte die radikale Auflösung des Bildraums. Die statische Perspektive von einst wurde durch einen „universalen Dynamismus“ ersetzt, bei dem Bewegung und Sinnlichkeit durch Gegenstände und Figuren, die mit dem Raum verschmelzen, dargestellt werden.² Die folgende Abbildung

1 Itanienische Maler, Bildhauer und Kunstschriftsteller.

2 Cole: S. 54.

stammt von Umberto Boccioni aus dem Jahre 1915. Der Darsteller nutzt verzerrte, überlappte Formen und wiederholte Linien, um die Dynamik und das Tempo der Bewegung durch die statische Inszenierung zu transferieren.

Abbildung 12 Charge of the Lancer, Tempera and Collage on Pasteboard, Umberto Boccioni, 1915



2.3.4 Die perspektivisch betonte Bewegung in Tiefenrichtung

Im Vergleich mit der Abbildungsmethode der Parallelprojektion wurde die Zentralprojektion relativ spät entwickelt. Erst ab der Phase der Renaissance begannen italienische Maler auf kleinen Flächen die Dinge perspektivisch darzustellen. Die systematische Entwicklung der perspektivischen Regeln begann im 15. Jahrhundert.¹ Um 1413 demonstrierte der italienische Architekt Filippo Brunelleschi (1377-1446) einen ersten Ansatz zu den perspektivischen Regeln.² Die erste Erkenntnis hierbei war, dass Gegenstände um so kleiner erscheinen, je weiter sie vom Betrachter entfernt sind. Diese Methode zur Darstellung von räumlich unterschiedlich positionierten Gegenständen ist heute noch das einzige Verfahren zur naturgetreuen Darstellung. Leon Battista Alberti verfasste als Erster schriftlich die Prinzipien der Perspektive in seinem 1435 erschienenen Buch „De Pictura“ (Über das Malen).³

Nach der Entdeckung dieses perspektivischen Grundprinzips erforschten die Maler die Messmethoden der perspektivischen Verzerrung, um eine richtige Übertragung der räumlichen Dimensionen auf die Bildebene zu ermöglichen. Zu diesem Zweck wurde das Gitternetz als neues Messwerkzeug für die perspektivische Darstellung genutzt. Hierbei wurde aber das Problem der Verzerrung von gebogenen Linien nicht gelöst. Das italienische Universalgenie Leonardo da Vinci⁴ (1452 - 1519) und der Nürnberger Albrecht Dürer (1471 - 1528) entwickelten diese Methode weiter. Ein berühmtes Werk hierzu ist das von Albrecht Dürer im Jahre 1523 geschriebene Buch „Underweysung der Messung mit dem Zirkel und Richtscheit in Linien, Ebenen u. ganzen Körpern“.⁵

1 Bittner: S. 18.

2 vgl. <http://www.wissen.de>: Suchbegriff: Brunelleschi.

3 vgl. <http://www.wissen.de>: Suchbegriff: Alberti.

4 Der grosse Philosoph, Künstler und Naturwissenschaftler der Renaissance in Italien.

5 vgl. <http://www.wissen.de>: Suchbegriff: Dürer

Die Perspektive eröffnete der Menschheit einen neuen Horizont für die Raumdarstellung. Durch die Perspektive kann das räumliche Verhältnis auf dem zweidimensionalen Blatt verdeutlicht werden. Durch weitere grafische Aufarbeitung mit Farben und Schatten können die Lichtsituation und der Tiefeneindruck des Bildes realistisch zum Ausdruck gebracht werden. Dies begünstigt auch die Darstellung der Bewegung in die Tiefenrichtung. Ein gutes Beispiel hierfür ist das Deckengemälde des italienischen Malers Andrea Pozzo (1642-1709) in Sant'Ignazio. Wenn man seinen Blick nach oben richtet, scheinen die wirbelnden Figuren in Richtung des Deckenzentrums zu fliegen. Die Einfluchtpunkt-Perspektive verstärkt in dieser Situation den Eindruck der Raumhöhe durch die wirbelnde Bewegung. Solch eine dramatische Raumdarstellung, die einen illusionistischen Tiefeneindruck und eine Dynamik erzeugt, wurde vom Künstler auch „Scheinarchitektur“ genannt. In der Renaissance war die Darstellung von „Scheinarchitektur“ insbesondere in religiösen Gebäuden wie Kirchen eine große Leidenschaft der Maler.¹

Abbildung 13 Deckenfresko in Sant'Ignazio, Rom, Andrea Pozzo, 1691 -94



Da der Tiefeneindruck und die Bewegungsdratik eines Bildes durch die Einfluchtpunkt-Perspektive verstärkt werden kann, haben futuristische Künstler sie in der Darstellung von bestimmten dramatischen Situationen häufig eingesetzt. Interessanterweise wird in der futuristischen Malerei die Bewegungsrichtung mehr auf der Erde als im Himmel thematisiert. Das folgende Bild von Tullio Crali (1910-2000) zeigt eine mit normalem Blickwinkel nicht erreichbare Dimension - ein Blick aus einem vom Himmel auf die Stadt einstürmenden Luftfahrzeugs. Diese Art von Inszenierung verbreitete sich schnell und blieb bis heute noch sehr populär. Die Darstellung der auf die Erde gezielten Bewegungs-

¹ vgl. <http://www.wissen.de>: Suchbegriff: Scheinarchitektur

richtung zeigt, dass die Menschen zur Zeit des Futurismus sich mehr für die unbekannte Zukunft und ausserirdische Welten interessierten, als die Menschen vergangener Epochen.

Abbildung 14 Sturzflug auf die Stadt, Öl auf Tuch, Tullio Crali, Mailand 1939



2.3.5 Darstellung von mehreren Blickwinkeln

Die Kunst des Kubismus

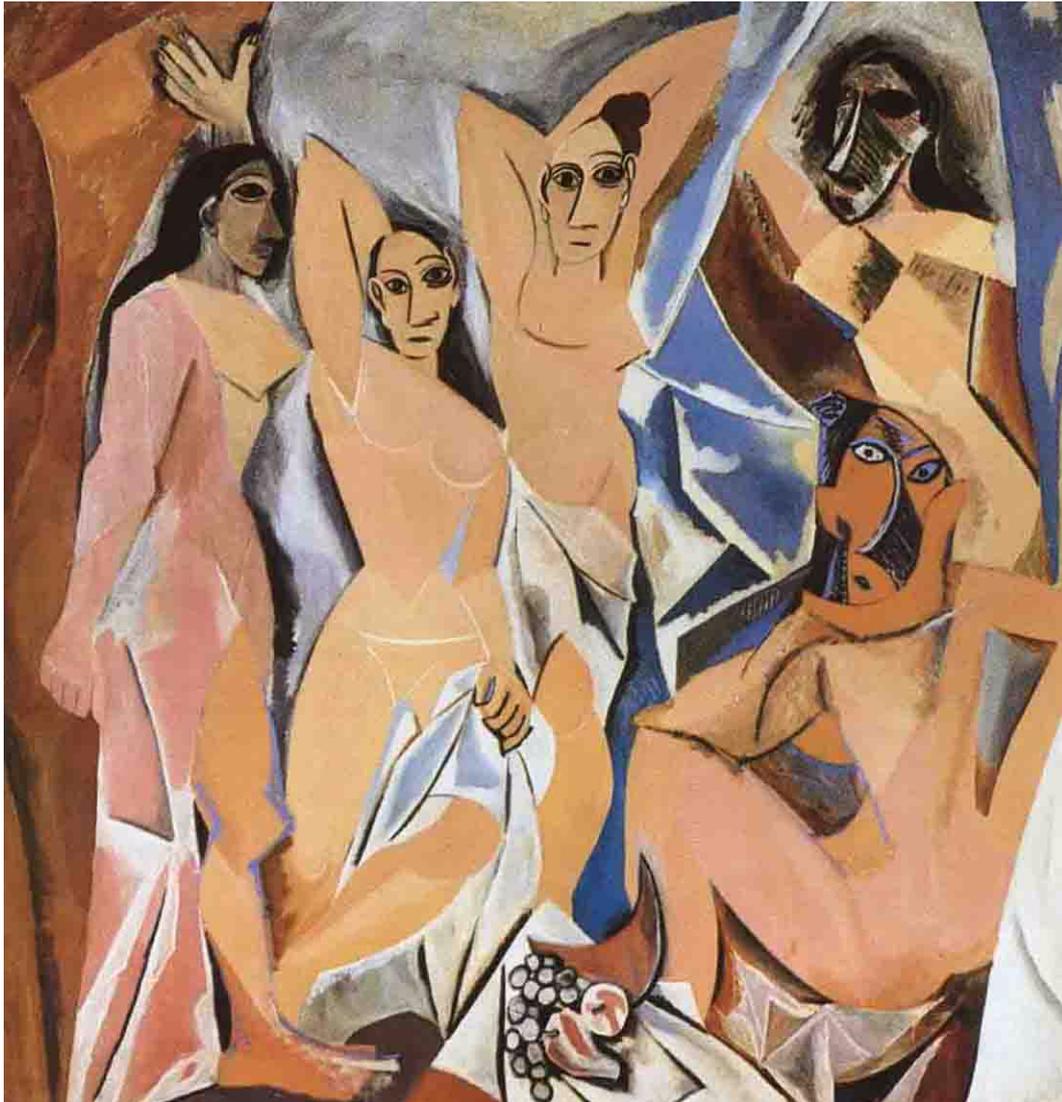
Die Darstellung von mehreren Blickwinkeln kombiniert in einem Bild ist mit dem Kubismus im Zeitraum von 1907 bis 1914 aufgekommen.¹ Zuvor beschränkte sich eine malerische Darstellung nur auf die Szene aus einem bestimmten Blickwinkel. Der spanische Maler Pablo Picasso (1881-1973) und der französische Maler George Braque (1882-1963) waren zwei der wichtigsten Pioniere des Kubismus.² Der revolutionäre Schritt des Kubismus liegt darin, dass die Darstellung ein vielfältiges, stark vom subjektiven Gefühl beeinflusstes, Raumerlebnis thematisiert, im Gegensatz zur traditionellen Darstellung mit nur einem Standpunkt und einer Blickrichtung. Für die Kubisten war neben dem rein Optischen vor allem die Erfahrung, wie Dinge sich anfühlen und bewegen, von zentraler Bedeutung.

1 vgl. <http://www.wissen.de>: Suchbegriff: Kubismus.

2 vgl. <http://www.wissen.de>: Suchbegriff: Kubismus.

Pablo Picassos kubistische Zeichnungen zeigen die innovative Anwendung mehrerer Blickwinkel auf einer Zeichnung. Der Maler versuchte, die Darstellungen mehrerer „Haltungen“ aus verschiedenen Positionen und Zeitabschnitten eines Motivs innerhalb einer Zeichnung, übereinander zu legen. Durch Verzerrungen der Figuren betonte er die Dynamik und Spannung seiner Szenen. In seinem Gemälde „Les Demoiselles d'Avignon“ (1907) erreichte Picasso den Durchbruch zu einer neuen Formensprache und gab damit den Anstoss für viele Richtungen der klassischen Moderne.¹

Abbildung 15 Les Demoiselles d'Avignon, Öl auf Leinwand,
Pablo Picasso, Paris Juni-Juli 1907



Diese neue, bildliche Darstellungsart bedeutete damals für viele Menschen ein unerträgliches Chaos. Sie überschritt die normalen Wahrnehmungsgrenzen, so dass sie anfangs von der Gesellschaft nicht anerkannt wurde. Trotz dieser Akzeptanzprobleme wurde ein neuer Meilenstein durch den Kubismus als Zeichen einer neuen, revolutionären Darstellungsepoche in der Kunst gesetzt. Die Maler verliessen ihre traditionellen statischen Blickwinkel, lernten die Gegenstände mit „bewegten Augen“, d. h. aus mehreren Positio-

¹ vgl. Warncke: S. 159.

nen, zu betrachten und mehrere Abbildungen gestapelt auf der weiterhin beschränkten zweidimensionalen Darstellungsfläche abzubilden. Die Inszenierung der Bewegung durch Positionsänderung wurde dadurch vertraut.

In seinen späteren Jahren beschäftigte sich Picasso in zahlreichen Gemälden mit dieser Art. Die Abstraktion der Darstellung steigerte sich, so dass der Kern der Darstellung sich immer mehr um die Seele des Malers und weniger um eine Verbildlichung des Gegenstandes selbst drehte. Durch die gleichzeitige Darstellung von mehreren Positionen fand die Zeit als vierte Darstellungsdimension auf dem kubistischen Bild endlich ihren Platz. Die Verdeutlichung von Bewegung und Zeit im Bild brachte die Darstellung der Wirklichkeit einen Schritt näher.

Das folgende Frauenbildnis wurde von Picasso im Jahre 1943 gezeichnet. Im Vergleich zu seinen frühen kubistischen Werken wie u. a. die oben genannte Darstellung „Les Femmes d'Alger“, wurde die Darstellung viel abstrakter.¹

Abbildung 16 Frauenbildnis, Picasso, 1943



Die Rolle der Fotografie

Die Apparatur und die Optik der Fotografie war der Menschheit bereits sehr früh bekannt. Aufgrund der Schriften des griechischen Philosophen Aristoteles (384-322 v. Chr.) nutzten arabische Forscher bereits im 11. Jahrhundert den optischen Vorgang der Fotografie.² Das optische Photogerät wurde im 16. Jahrhundert „Camera Obscura“ genannt. Das Prinzip der Camera Obscura ist, dass die Hinterwand einer verdunkelten Kammer das um 180° gedrehte Bild von außen einfangen kann, wenn das Licht durch eine kleine Öffnung auf der Vorderwand in die Kammer einfällt.³ Das damalige Problem war die fehlende Methode, das empfangene Bild auf einem Papier zu fixieren. Im Jahre 1727 entdeckte der Altdorfer Professor für Medizin, Johann Heinrich Schulze (1687-1744), die Lichtempfindlichkeit von Silbersalzen. Einige Jahre später entdeckten andere Forscher die gleiche chemische Reaktion bei den Stoffen Jod, Brom und Phosphor. 70 Jahre später, nach der Entdeckung von Silbersalzen, wurden die chemischen Eigenschaften der o. g. Stoffe für die Fixierung des Lichtbildes genutzt.⁴

1 vgl. Boeck: S. 474.

2 vgl. Bittner: S. 77.

3 vgl. <http://home.snafu.de/wesko/optik5a.html#wichtig>

4 <http://www.wissen.de>: Suchbegriff: Schulze, Johann Heinrich.

Die Fotografie allein kann das Problem der statischen Darstellung nicht lösen. Allerdings bringt die Fotografie eine fortgeschrittene Technik, um die Idee der bewegten Darstellung schneller umzusetzen. Die Eigenschaft der schnellen Umsetzung ruft eine gesellschaftlich weit verbreitete Massenproduktion von Bildern hervor. In der Zeit nach dem ersten Weltkrieg wurden illustrierte Zeitschriften und Bücher die favorisierten Schaubühnen der Fotografie. Eine schnelle Darstellung durch Bildaufnahmen konnte ab diesem Zeitpunkt die zeitaufwendige, grafische Bearbeitung eines Gemäldes ablösen. Ein Foto ist schnell und einfach zu vervielfältigen bzw. zu manipulieren. Diese Vorteile ermöglichen experimentelle Versuche zu neuen Methoden der Verbildlichung. Der Gedanke des Kubismus, mehrere Motive oder Aktionen in einem Bild zu koordinieren, ist durch die Fototechnik leicht zu realisieren. Die Darstellung kann durch spezielle Techniken während der Aufnahme und der Entwicklung, aber auch nachträglich durch Montage und Collage realisiert werden.

Das folgende Foto wurde vom Bauhaus-Künstler, László Moholy-Nagy (1895-1946) während seiner Zeit am Bauhaus aufgenommen. Das Bild wurde durch eine spezielle Technik auf dieselbe Filmfläche mehrmals hintereinander aufgenommen.¹ Es zeigt die

¹ vgl. Moholy-Nagy: S. 97.

Reihenfolge einer haltung-verändernden Bewegung. Diese fotografische Darstellung spiegelt die Idee des Kubismus in der Photographie wieder (vgl. Abbildung 16, Picassos Frauenbildnis).

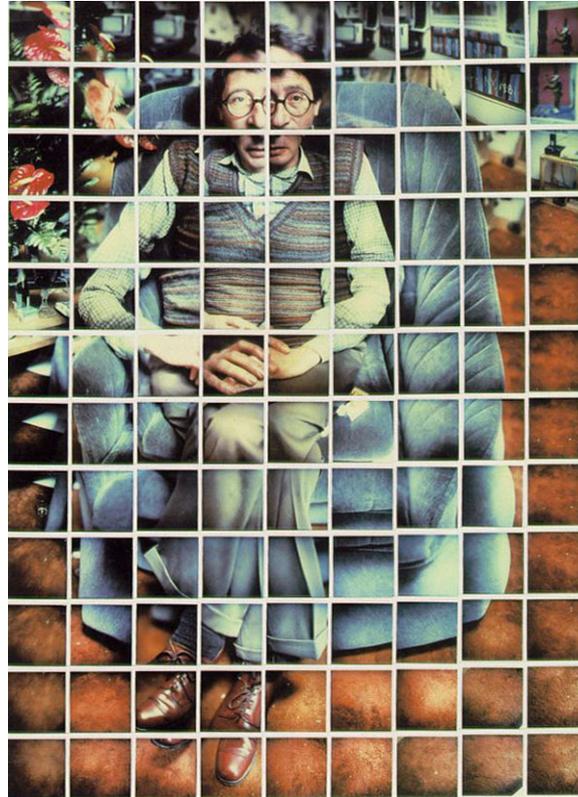
Abbildung 17 Hannah Höch, fotografiert von L. Moholy-Nagy



Der amerikanische Fotograf David Hockney (geb. 1937) benutzte im Jahr 1982 eine andere Aufnahmemethode, um die Bewegung fotografisch zu inszenieren. Er fotografierte einen Gegenstand mit 108 Polaroid-Fotos, während er kontinuierlich in einer Position verharrte. Für jede Aufnahme begab er sich selbst in eine neue Betrachtungsposition. Zum

Schluß setzte er die aus verschiedenen Positionen aufgenommenen Bildteile zu einem gesamten Portrait zusammen.¹ Die in dieser Art portraitierte Figur wirkt dem Betrachter gegenüber leicht bewegt (Siehe Kopfbereich).

Abbildung 18 Kasmin, Composite Polaroid, David Hockney, Los Angeles 1982



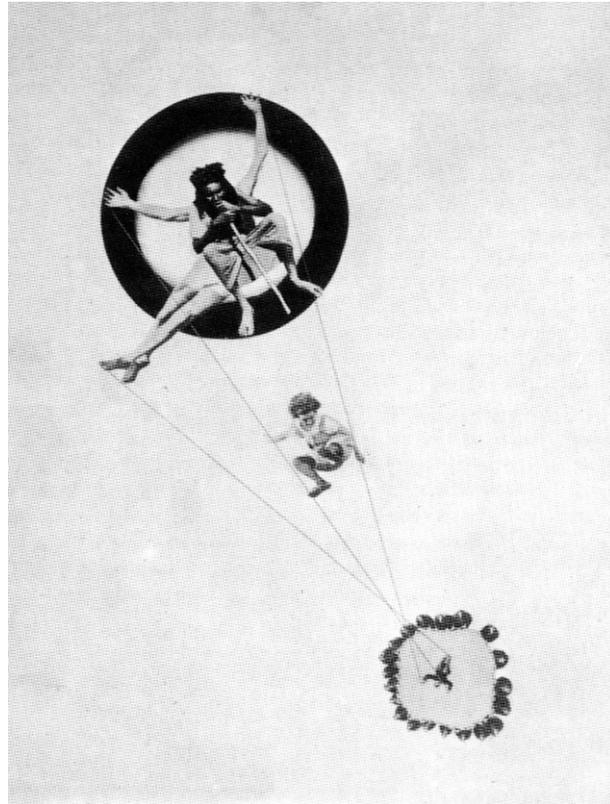
Ob der darzustellende Gegenstand sich bewegt oder der Darsteller sich um seine Modell bewegt, verursacht in der späteren Collage keinen Unterschied. Der Zuschauer erkennt in der Darstellung i. d. R. immer die Bewegung von dem dargestellten Gegenstand. Da die Bewegung ein relatives Ereignis ist, wird die dargestellte Person im Bild als beweglich erkannt, obwohl sich in der Aufnahme phase eigentlich der Darsteller bewegte.

So schnell wie sie sich selbst entwickelte, änderte die Industrialisierung die Welt in rapiden Schritten. Mit dem elektrischen Licht, dem Automobil, der Werbung begann die neue Lebensatmosphäre die Stadt zu beherrschen. Tempo und Hektik sind die neuen Zustände der Sinneswahrnehmung. Dies beeinflusst auch die moderne Darstellung. Fotomontage ermöglicht die Darstellung von fiktiven Szenen. Der Kern der Methoden ist das Zusammenlegen (nebeneinander oder übereinander) der an der Bewegungsszene beteiligten Objekte. Diese Methode ist wieder mit der Darstellung von Verben in Zeichenschrift zu vergleichen (Siehe Kapitel 2.3.1).

¹ vgl. http://www.artchive.com/artchive/ftptoc/hockney_ext.html

Das folgende Bild ist eine von Moholy-Nagy durch Fotomontage inszenierte Szene.¹ Ob die Abbildung einer Realität entspricht, ist nicht mehr im Fokus der Darstellung. Wichtig ist es, eine grenzenlose Welt, erfüllt von Fantasie, Bewegung und Freiheit, durch die Darstellung zu entdecken. Die Darstellungsquellen aus verschiedenen Fotoaufnahmen erleichtern wesentlich die Fiktion der Darstellung.

Abbildung 19 Erst wägen, dann wagen, ca. 1922 Fotomontage, Moholy-Nagy

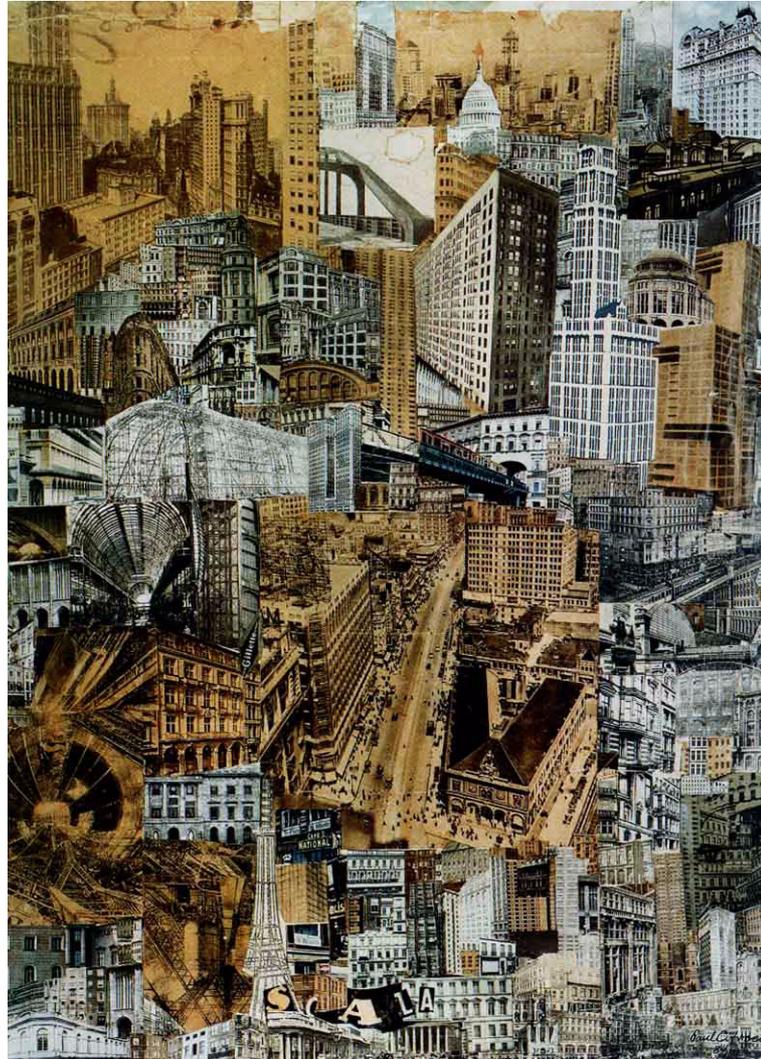


Die Darstellung durch Zusammensetzung mehrerer Teilbilder zielt nicht mehr auf die Präsentation eines konkreten Bildes, sondern die Vermittlung eines Eindruckes oder eine Atmosphäre. Die folgende Fotocollage von Paul Citroën beschreibt nicht ein konkretes

1 vgl. Sibyl Moholy-Nagy: S. 34.

städtisches Bild, sondern einen gesamten Eindruck der Stadt mit ihrem Lärm, der Dichte der Gebäude, dem Verkehr usw.. Die im Bild dargestellte Dynamik beinhaltet keine sekundäre Bewegung, sondern die zeit- und raumübergreifende Dynamik insgesamt.¹

Abbildung 20 Großstadt (Metropolis) - Fotocollage, Paul Citroën 1923, (Reproduktion der Originalfotocollage, 1969)



Träume und Illusionen von unrealen Dingen/Themen benötigen viel geistige Arbeit, obwohl die Bilder in der Vorstellung mit denen aus der realen Welt sehr verwandt sind. Interessant dabei ist, dass jeder Mensch die Fähigkeit hat, zu träumen oder Illusion zu entwickeln. Meistens bleiben die Bilder jedoch im eigenen Kopf gefangen. Die Fotomontage hat den Darstellungsvorgang dieser unrealen Vorstellung wesentlich vereinfacht. Ohne den Einsatz der Fotografie sind nur wenige Künstler in der Lage, die Illusionsszenen auf einem Zeichenblatt abzubilden. Der spanische Maler Salvador Dalí (1904-1982) drückte bildlich seine aussergewöhnliche Gedankenwelt aus. Er setzte die Objekte in einen irrealen Zusammenhang. Er verzerrt und verformt hierbei die einzelnen Objekte entsprechend seiner Illusion, jedoch ist uns kein Objekt in seinen Bildern in unserem täglichen Leben fremd. Dalís Erfolg liegt in der illusorischen Entwicklung alltäglicher

¹ vgl. Fiedler / Feierabend (Hrsg.): S. 585.

Wahrnehmungen.¹ Durch Fotomontage kann ein ähnliches Ergebnis wie Dalis Darstellung leicht erreicht werden. Die Grenze der Ausdruckswelt ragt damit über unsere gewohnte Wahrnehmung und Vorstellung hinaus.

Abbildung 21 Herbstkannibalismus, Salvador Dali, 1936-37



2.3.6 Darstellung der Scheinbewegung

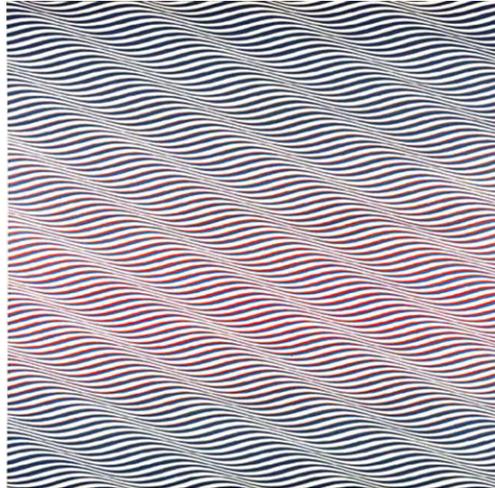
Das Erkennen von statischen Darstellungen als bewegte Bilder kann aber auch auf optischen Täuschungen basieren. Wenn bestimmte Muster und Farben zusammengesetzt werden, kann das Phänomen der Scheinbewegung im Bild erzeugt werden. Die Scheinbewegung ist nur eine Illusion des Sehens, die im Gehirn entsteht. In Wirklichkeit bleibt die Zeichnung auf dem Blatt statisch.

In den 60er Jahren wurden Darstellungen von Scheinbewegung durch Muster und Farben entwickelt und dem Oberbegriff „Op Art“ (Op=Optical) zugeordnet. Die hier erwähnenswerte Künstlerin dieser Art von Darstellung ist die englische Malerin Bridget

¹ vgl. Maddox: S. 52.

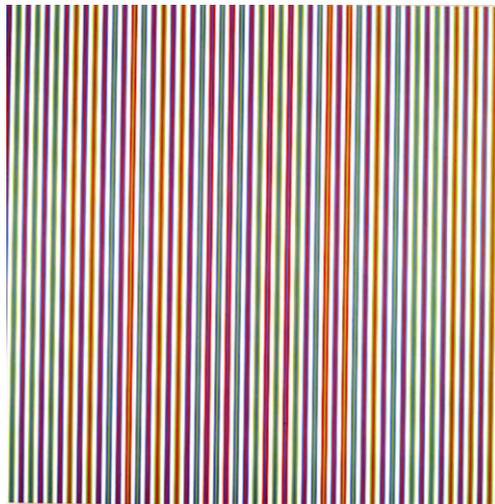
Riley (geb. 1931 in London). Die Werke von Bridget Riley erzeugen starke Illusionen von Bewegungen, die sich aus verwirrenden Linienmustern ergeben. In ihrem Bild „Cataract III“ suggerieren die einfach dargestellten Wellenlinien die Bewegung fließenden Wassers.¹

Abbildung 22 Cataract III, 1967, Bridget Riley



Bei extremen Zusammenstellungen von kleinen Elementen mit starkem Farbkontrast wird das Auge überreizt. Das Auge kann sich nicht mehr auf einen bildlichen Eindruck fixieren. Als Folge scheinen die Muster und Farben zu flimmern.² Dieser Effekt kann bei Rileys Darstellung „Paeon“ sehr gut beobachtet werden.

Abbildung 23 Paeon, acrylic on canvas, 114x113 inches 1973, Bridget Riley



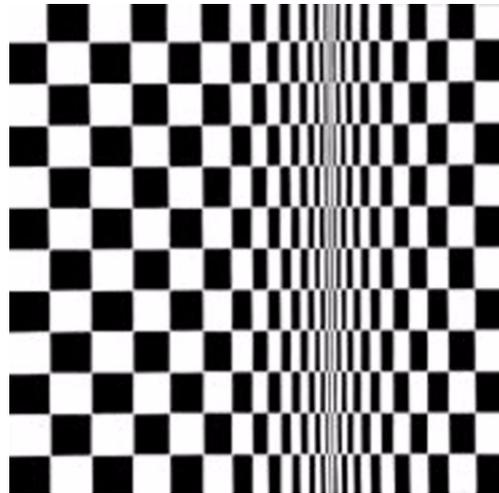
Bestimmte Anordnungen der Muster und Farben erzeugen perspektivisches Sehen. Die Illusion der Perspektive verursacht beispielsweise die Eindrücke des Fallens in die Tiefe, der Ausdehnung oder der spiralförmigen Drehung. In Rileys Zeichnung „Movement in

1 vgl. <http://www.diacenter.org/exhibs/riley/images.html>

2 vgl. <http://www.diacenter.org/exhibs/riley/images.html>

Squares“ werden die Quadrate in sich ändernden Grössen dargestellt. An der Stelle, wo die Quadrate immer schmäler werden, bekommen die Zuschauer ein Gefühl, als ob die Flächen sich dort von beiden Seiten aus einrollen.¹

Abbildung 24 Movement in Squares, tempera on board, Bridget Riley, 1961



Die Darstellungsform von Scheinbewegung ist meistens die abstrakte Zeichnung. Anstatt konkreter Motive wird hier bevorzugt die bewegungserzeugende Spielerei der abstrakten Linien und Farbenflächen dargestellt. Die Darstellung der abstrakten Bewegung ist hier das zentrale Thema.

2.3.7 Chronologische Darstellung in Fotografie und Malerei

Das Wort „chronologisch“ wird im Duden mit „zeitlich geordnet“² beschrieben. Die chronologische Darstellung war kurz vor dem Aufblühen der Filmindustrie unter Künstlern populär. Zwei berühmte fotografische Künstler der chronologischen Darstellung sind der britische Fotograf Eadweard Muybridge (1830-1904) und der französische Motorikforscher Etienne Jules Marey (1830-1904). Beide Künstler präsentierten die einfache Bewegung der Motive durch mehrere zeitlich zusammenhängende Fotobilder. Etienne Jules Marey nannte seine Darstellung Chronofotografie (1888).³ Die Chronofotografie ist ein Beispiel für das große Interesse der Künstler an der Darstellung der einfachen Bewegung und deren zeitlichem Ablauf. Dieses Interesse wird in der sich anschließenden Entwicklung der Filmkunst wiedergespiegelt. Der Ablauf des modernen Films basiert nach wie vor auf dem einfachen Verfahren der Chronofotografie.

Muybridges Darstellung „Akte beim Hinabschreiten und Drehen“ ist eindeutig eine Zusammensetzung der einzelnen aufgenommenen Momente. Das einzelne Bild wird heute in der Kinematografie bzw. der Animation als Teilbild benannt. Die gesamte Darstellung durch die Zusammensetzung von mehreren Teilbildern gilt dann als Sequenz. Muybridges Darstellung ist eine Produktion, die genau während der technischen Umwandlung ent-

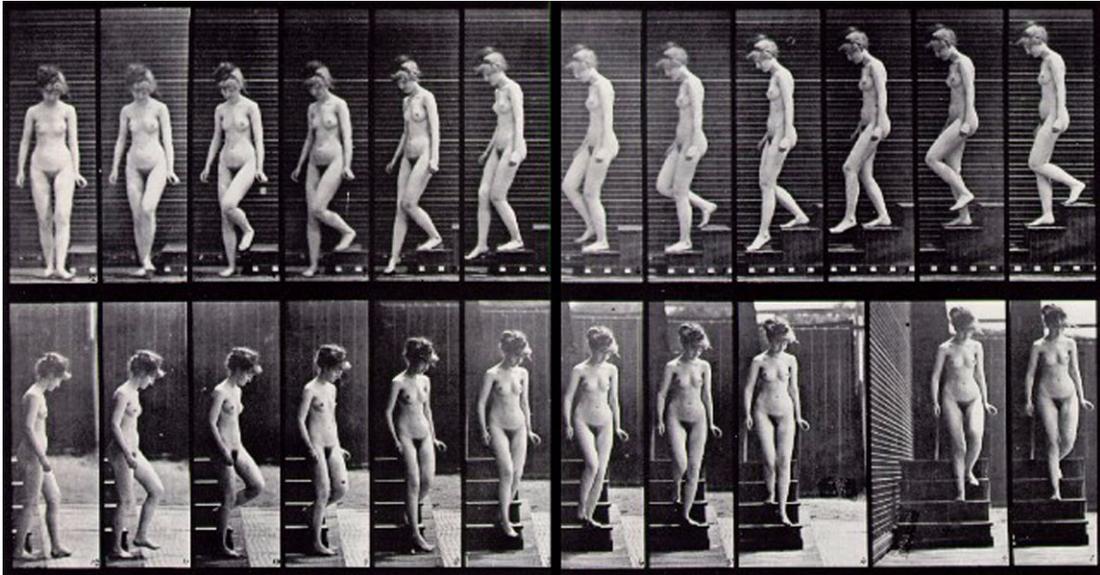
1 vgl. <http://www.diacenter.org/exhibs/riley/images.html>

2 Duden: S. 305.

3 Schmidt-Bergmann: S. 199.

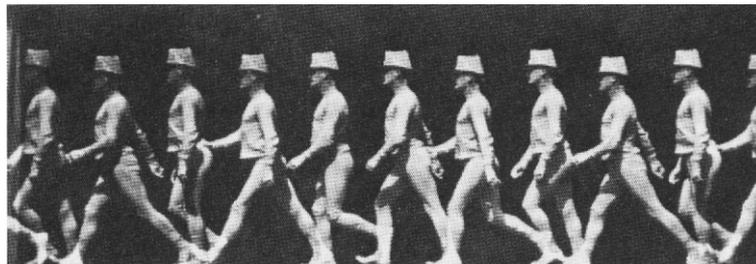
standen ist und liegt unmittelbar an der Schwelle zu weiteren Entwicklungen der bewegten Darstellung. Zu dieser Zeit begann die Frühphase der Entwicklung und Ausführung von Filmtechnik.

Abbildung 25 Akt beim Hinabschreiten und Drehen, Eadward Muybridge, 1884-85



Während Muybridge seine fotografische Kunst mit Hilfe mehrerer Kameras aufnahm, versuchte Marey seine Darstellung mit einer einzelnen Kamera herzustellen. Vor dunklem Hintergrund zeigte Marey überlagerte Einzelbilder sich bewegender Menschen und Tiere.¹ Seine Darstellung ist nicht mehr, wie Muybridges Darstellung aus mehreren Teilbildern zusammengesetzt, sondern flüssig auf einer einzelnen Darstellungsfläche präsentiert.

Abbildung 26 Der Marsch des Soldaten, Chronofotografie, Jules Etienne Marey, 1882



Die chronologische Darstellung weckte nicht nur das Interesse von fotografischen Künstlern, sondern auch das von futuristischen Malern. Ein berühmtes futuristisches Werk zu diesem Thema ist das Gemälde des französischen Malers Marcel Duchamps (1887-1968) Gemälde „Akt, eine Treppe herabsteigend Nr. II“. Das Gemälde stellt eine Figur in etwa

¹ vgl. http://www.acmi.net.au/AIC/MAREY_BIO.html

fünffacher Wiederholung dar, um die „herabsteigende“ Bewegung zu betonen. Die Anregung dieser Arbeit stammt aus der Fotografie von Muybridges „Akt beim Hinabschreiten“.¹

Abbildung 27 Akte, eine Treppe herabsteigend Nr. II, Öl auf Leinwand, Marcel Duchamp, 1911-1912



2.3.8 Bildergeschichten - Eine Zeitinszenierung in der statischen Darstellung

Zeit als Zusatzdimension im Raum war über lange Zeit nicht inszenierbar, aufgrund der Tatsache der dynamischen Echtzeit und der auf statische Momentaufnahme beschränkten Darstellung. Die reale, sich bewegende Welt auch bewegt aufzunehmen und wiederzugeben, ist erst seit der Entwicklung der Filmtechnik möglich. Eine Grundlage ist die Entdeckung der Fotografie als technische Voraussetzung für die filmische Inszenierung, während die Bildgeschichte ihr Konzept des Erzählablaufs an die Filmdarstellung übertrug.

Mit zunehmender Ausdrucksfähigkeit, lernte der Mensch Geschichten nicht nur im Text sondern auch im Bild zu erzählen. Bilder können in einem mit Text verfassten Buch als Illustrationen zur inhaltlichen Verdeutlichung erscheinen. Sie können jedoch auch allein

¹ vgl. http://www.artchive.com/artchive/ftptoc/duchamp_ext.html

in einer Reihenfolge zu einer Bildergeschichte oder sogar einem Bildbuch zusammengefasst werden. In einer Bildgeschichte taucht der Text oft nur in kurzer Form als Ergänzung auf.

Durch die chronologische Zusammenfassung einer Bildfolge hat die Dimension Zeit Einzug gehalten. Die Zeit einer Bildgeschichte ist jedoch nie die reale Zeit des Ablaufs der Geschichte, da die wechselnden Situationen dem Erzähler in einer Bildgeschichte viel wichtiger sind als die echte Zeitdauer. Jedes Bild schildert eine eindeutige Situation und nicht die Zeiteinteilung. Die Bewegung im einzelnen Bild muß jedoch wieder durch geschwungene Linien und Figur betont werden.

Andres Pardey behauptet, dass das kleinste Element im Bild die Bewegung der Figur ist. Er schrieb in seiner Dissertation:

„Der Bewegung wird durch den Raum, in dem sie stattfindet, Richtung, zeitliche Verortung und Dauer verliehen. So kann Bewegung zueinander in zeitliche Beziehung treten und dargestellt zu einer einheitlichen Erscheinung im Bild beitragen. Als wichtiges Element treten Gesten und Blick hinzu. Aus Bewegung und Gegenbewegung, aus Haltung, Blicken und Gesten entsteht Erzählung. Die Ordnung im Bild als Basis der Erzählung liegt in der Figur und ihrer Bewegung, wie auch im Umfeld der Figur, in Landschaft, Bild-Raum, Bildstruktur.“¹

1 Pardey: S. 163.

Andre Pardeys Meinung lässt sich durch den folgenden Ausschnitt aus der Bildgeschichte „Hans Huckebein / Der Unglücksrabe“ des deutschen Bildgeschichte-Zeichners Wilhelm Busch (1832-1908) bestätigen.

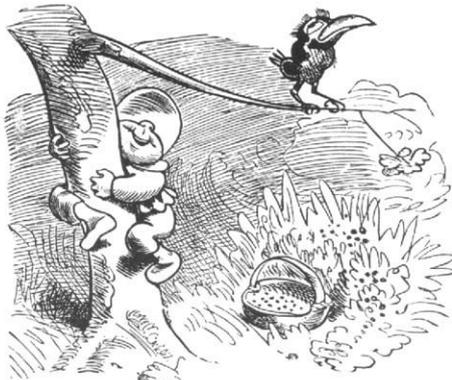
Abbildung 28 Ausschnitt aus „Der Unglücksrabe“, Wilhelm Busch



1. Hier sieht man Fritz, den muntern Knaben,
Nebst Huckebein, dem jungen Raben.



3. Schon rutscht er auf dem Ast daher,
Der Vogel, der mißtraut ihm sehr.



2. Und dieser Fritz, wie alle Knaben,
Will einen Raben gerne haben.



4. Schlapp! macht der Fritz von seiner Kappe
Mit Listen eine Vogelklappe.

Der entscheidende Anlass der neuen Szene ist die veränderte Situation, nicht die Zeit. Zeit wird zwar hier in die Situationsdarstellung miteinbezogen, steht aber nicht im Vordergrund der Inszenierung. Karl Riha¹ beschreibt die wie folgt:

„Die Darstellung der Bewegung im Bild ist die Umsetzung eines dynamischen Ereignisses in ein statisches Medium. Umsetzung bedeutet hier zunächst, dass aus der unendlichen Vielzahl der Bewegungsmomente die für das Verständnis signifikanten Augenblicke ausgewählt werden.“²

Im späten neunzehnten Jahrhundert entstanden in amerikanischen Zeitungen ähnliche Bildgeschichten, die sogenannten Comics. Die erste Comicserie „Yellow Kid“ von Richard Felton Outcault tauchte in den Jahren 1895/96 in den Sonntagsbeilagen einer Ta-

1 Deutscher Kritiker und Autor, geb. 1935.

2 Riha: in: Comic Strips, S. 7.

geszeitung auf. Fortsetzungsgeschichten waren in der Folge daraufhin sehr populär. In Comics werden die Bilder oft mit Texten gekoppelt. Das gesprochene Wort wird in Sprech-Blasen eingefasst¹.

Heutzutage präsentieren die Comics fast nur die Phantasiewelt. Diese zeigt eine unverhüllte Tendenz zum Absurden, zu Witz, Illusion und schwarzen Humor. Comics sind keine Aufnahme der objektiven Welt, sondern eine Verbildlichung der subjektiven Fantasie.

2.4 Das Verfahren der Wiedererkennung von dargestellter Bewegung

2.4.1 Das subjektive Erkennungsverfahren der dargestellten Bewegung

Jede Wahrnehmung ist subjektiv. Dies gilt auch für die Wahrnehmung einer Bewegungsdarstellung.

Wie die dargestellte Bewegung beim Betrachter ankommt, ist von Mensch zu Mensch unterschiedlich. Es besteht auch die Möglichkeit, dass die vom Betrachter erkannte Bewegung anders ist, als dies vom Darsteller gewollt war. Diese individuelle Erkenntnis zu einer Darstellung ist der Komplexität unseres Denkens zu verdanken. Die Rezeption eines Bildes ist von ständiger Einmischung subjektiver Informationen begleitet. Unser Kopf ist wie eine Verarbeitungsfabrik der Information und wird nie aufhören, die aufgenommene Information sofort mit eigenen Erfahrungen zu vermischen und weiter in einer eigenen Vorstellung zu verarbeiten. Die geistige Individualität arbeitet immer in einem aktiven Zustand, die Außenwelt mit eigenen Augen zu sehen, im eigenen Kopf zu reproduzieren und mit der eigenen Meinung zu verbinden.

Die folgenden drei Beziehungen beeinflussen das geistige Verarbeitungsverfahren der Information:

1. Das Zusammenspiel der fünf Sinnesorgane.
2. Der spontane Einfluss der Außenatmosphäre.
3. Der innere Einfluss durch frühere Erfahrung.

Steven M. Slaby, Professor an der Princeton University in USA erläuterte in seinem Vortrag „Seeing is (or is not) believing?“ auf der „7th international Conference on Engineering Computer Graphics and Descriptive Geometry“, dass unterschiedliche Menschen unterschiedlich sehen. Der Mensch sieht ein Bild nicht nur mit seinen Augen sondern auch mit seinem Gehirn: „*Seeing with our eyes and supposedly seeing with our brain.*“ Slaby hat die Bedeutung von Vision, Visual und Visualize aus Webster's New Collegiate Dictionary (2nd Edition) wie folgt zitiert:

¹ vgl. Riha: in: Comic Strips, S. 7.

1. *Vision: Something seen otherwise than by ordinary sight; something beheld as in a dream..., an object of imaginative contemplation. Power or activity of the imagination. Actual sight; ocular perception.*
2. *Visual: produced as, or conveying, a mental vision; as a visual image...*
3. *Visualize: to make or become visible; esp., to see or form a mental image of.*¹

Mit anderen Worten kann „seeing with brain“ als Sehen mit Erfahrung verstanden werden. Die Struktur des Gehirns kann man als ein Netz aus fest verbundenen Neuronenfaseren verstehen. Mit diesem Netz speichert das Gehirn die Informationen aus der Außenwelt. Wenn wir unser Nervensystem als Hardware für das vernetzte Denken ansehen, dann spielt die Erinnerung die Rolle der Software. Das Denken kann man zunächst als einen Verbindungsprozess von verschiedenen wahrgenommenen Erlebnissen verstehen. Darüberhinaus ist das Denken auch ein Transformations- und Interpretationsprozess der gespeicherten Informationen. In diesem Sinne ist die Wahrnehmung eine Vorbereitungsfunktion für das kreative Denken.

Die Erfahrung über Bewegung und der spontane Einfluss aus der Wahrnehmung durch die Umgebung sind bei den Menschen unterschiedlich. Deswegen ist die Betrachtung und die daraus resultierende Erkenntnis von einer Zeichnung auch von Mensch zu Mensch sehr unterschiedlich. Diese Methoden können weitere Erfahrungen mit Bewegung hervorrufen, so dass der Betrachter von der dargestellten Dynamik überzeugt wird. Ausser diesen Faktoren spielen hierbei auch spontane Einflüsse durch die Wahrnehmung der Umgebung eine Rolle.

Die dargestellte Szene eines Sturmwetters kann je nach Situation sehr unterschiedlich wahrgenommen werden. Man empfindet solche Szenen an einem wolkigen und windigen Tag viel sensibler, als an einem Sonnentag. Realer Blitz und Donner können dem stillen und statischen Bild noch mehr Leben einhauchen. Die Erfahrung kann zum Verständnis der dargestellten Szene helfen. Die Nässe in der Luft, die niedrige Temperatur, der verdunkelte Himmel und der Klang der auf den Boden schlagenden, Wassertropfen.... Solche Erinnerungen können starke Zuneigung und Sympathie zu dem Bild erzeugen. Die Beschäftigung mit dem Inhalt einer Zeichnung kann also auch als produktive Arbeit angesehen werden.

Die in diesem Kapitel analysierten Darstellungsmethoden der Bewegung in der statischen Darstellung basieren mehr oder weniger auf unseren allgemeinen Erfahrungen zur Bewegung.

2.4.2 Zusammenfassung der Darstellungsmethoden der Bewegung

Wie am Anfang dieses Kapitels (Siehe Kapitel 2.2) erwähnt, hängt die Wiedererkennung der Bewegung in der Darstellung unmittelbar mit der Erfahrung des Betrachters zusammen. Es muss in der Darstellung eine Verbindung zu unserer Bewegungserfahrung geben,

¹ Slaby: in: Proceedings, 7th international Conference on Engineering Computer Graphics and Descriptive Geometry, Cracow 18-22 Juli 1996, S. 8.

so dass wir die dargestellte Dynamik wiedererkennen können. Durch die vorgelegte Untersuchung der Versuchsschritte können die Methoden der gelungenen Bewegungsdarstellung wie folgt zusammengefasst werden:

1. Die Zusammenstellung der an der Bewegung beteiligten Objekte
2. Nutzung von Hinweismitteln wie z. B. Richtungspfeile und -bahnen der Bewegung
3. Nutzung der geschwungenen Linien sowie gekrümmter und verzerrter Formen
4. Darstellung mehrerer Bewegungsausschnitte durch eine Zusammenlegung mehrerer Momentaufnahmen über- oder nebeneinander auf einer Fläche
5. Betonung der Bewegung durch die Ein-Fluchtpunkt-Perspektive
6. Erzeugung von Scheinbewegung durch spezielle Grafikmuster
7. Darstellung mehrerer im Zeitablauf geordneter Szenen

Dass die Methode der Zusammenstellung der, an der Bewegung beteiligten Objekte sowohl in der Schrift als auch in der Zeichnung gut ausgeführt werden kann, hängt mit unserer Erfahrung mit der situationsbezogenen Teilnahme an der Bewegung zusammen. Eine Bewegung kann durch ein einziges Objekt oder durch mehrere Objekte stattfinden. Bewegung verschiedener Objekte beinhaltet eine Interaktion der Bewegungsobjekte zueinander, d. h. eine zeitlich gebundene Verknüpfung. Das ist der Grund, warum beim Betrachten von derartig zusammengesetzten Objekten gedanklich eine mögliche Bewegung assoziiert wird. Die gewöhnliche Bewegung besteht i. d. R. aus ihren Kernaussageobjekten, z. B. beim Essen ist der Mund und das Nahrungsmittel auf jedem Fall immer vorhanden. So erkennt man das vom Mund und Brotstück zusammengesetzte Zeichen als das Wort, Essen (Siehe Kapitel 2.3.1, Abbildung 4).

Eine Bewegung beinhaltet immer eine Richtung und eine Form. Wenn diese Merkmale in einer statischen Darstellung eingezeichnet werden, können die Zuschauer die Botschaft der Bewegung bzw. deren Form durch die angegebenen Richtungspfeile und -bahnen sehr schnell verstehen. Diese Art von Bewegungsdarstellung gilt als eine sehr einfache, jedoch prägnante Methode, Bewegung exakt und einfach auszudrücken. Sie kann aber nur bei simplen und eindeutigen Bewegungen verwendet werden. Wenn die, an der Bewegung beteiligten, Anzahl an Objekten sehr gross bzw. die Bewegung sehr dicht ist, wird die Darstellung schnell unübersichtlich, weswegen sie sich für die Darstellung von verdichteter Bewegung nicht eignet.

Bewegung bedeutet Veränderung. Während einer Bewegung wird u. a. die Haltung und die Position ständig verändert. Aufgrund dieser Erfahrung kann der Zuschauer geschwungene Linien und verzerrte Formen mit einer Bewegung verbinden.

Je schneller eine Bewegung stattfindet, desto schneller ändert sich auch die Bewegungsfigur. Deshalb kann der Betrachter das steigende Tempo auch durch die Darstellungsdichte der geschwungenen Linien und die verzerrten Formen erkennen. Die gleichzeitige Überlappung von Figuren kann die Intensität des Bewegungsgefühls noch weiter verstärken. Diese Methode wurde von den italienischen Futuristen entdeckt und für die Darstellung einer immer dynamischer werdenden, modernen Welt effektiv eingesetzt.

Egal wohin wir uns bewegen, fühlen wir das Bewegungstempo beim freien Fall am stärksten. Wir erfahren diese Bewegung im Leben selten in der Intensität des vollkommen freien Falls, sind uns aber der Gefahr aus der Kindheit bewusst. Die auf der Erde allgegenwärtige Anziehungskraft erzeugt ein verstärktes Bewegungsgefühl zur Erdmitte respektive zum Boden unseres Inertialsystems hin. Die perspektivische Darstellung einer Bewegung betont dieses verstärkte Empfinden. Wenn die Bewegungsrichtung erdewandt gerichtet ist, haben wir ein fallendes Gefühl (Siehe Kapitel 2.3.4, Abbildung 14) und wenn die Bewegungsrichtung gegen den Himmel gerichtet ist, haben wir ein schwebendes Gefühl (Siehe Kapitel 2.3.4, Abbildung 13).

Die Darstellung der Scheinbewegung nutzt die optische Schwäche unseres Wahrnehmungsapparates aus, um dem Zuschauer ein Bewegungsgefühl vorzutäuschen. Wenn Linien, Formen oder Farben in einer bestimmten Anordnung gezeichnet werden, können unsere Augen manchmal die Grenzen zwischen diesen Elementen nicht mehr unterscheiden. Die Elemente scheinen übereinander zu kreuzen, zu überlappen usw. Diese unklare Erscheinung zwingt unser Sehen sich ständig zwischen zwei oder mehreren Ergebnissen zu entscheiden und führen zu einer Scheinbewegung, da unsere Erfahrung im Normalfall ein klares Bild als statisch und mehrere, sich schnell wechselnde Bilder als beweglich interpretiert.

Das Einbeziehen der Zeit in die Darstellung findet erst in den Bildergeschichten und der chronologischen Fotografie statt. Die Bewegung wird mit dem zeitlichen Ablauf verknüpft. Jede bedeutende Szene wird nach ihrem Zeitpunkt entlang einer Zeitachse dokumentiert. Hieraus ergibt sich, dass die Zeit einen erheblichen Einfluss auf die Darstellung von Bewegung hat. Nur wenn die Zuschauer die Zeit und die nach bestimmter Zeit geschehene Veränderung sehen kann, wird die dargestellte Szene zweifelsohne als Bewegung anerkannt.

Die statische Eigenschaft des traditionellen Mediums bestimmt die Ausgrenzung der Zeit aus der Darstellung. Erst seit der Entwicklung der Filmtechnik kann die Bewegung auch beweglich dargestellt werden. Die bisherigen Versuche, die unsere Vorfahren in der statischen Darstellung ausgeführt haben, zeigen die interessanten Bemühungsschritte der Darstellung von Bewegung. Die Methoden, die in der statischen Darstellung verwendet wurden, werden nicht wegen der Entstehung der neuen Methoden untergehen. Stattdessen werden sie in der bewegten Darstellung immer wieder verwendet und bei der Erzeugung der neuen kinetischen Kunst mitwirken.

3 Die bewegte Darstellung

Die zeitbezogene Darstellung von Bewegung ist schon in Bildergeschichten oder Chronofotografien zu finden. Diese Darstellung besteht durch eine Zusammensetzung mehrerer Momentaufnahmen in einer chronologischen, aber nicht gleichmässigen Reihenfolge. Das flüssige Zusammenspiel der Zeit ist in dieser Form der bewegten Darstellung noch nicht vorhanden.

Entsprechend dem Umriss in der Einleitung bezieht sich diese Untersuchung nur auf die Darstellung von Bewegung auf zweidimensionalen Flächen. In der Computertechnik gibt es bereits Forschungen zur Darstellung von Bewegung in Echtzeit. Die Simulation des realen Raums wird hierbei durch computerholografische Video oder Volumendisplays durchgeführt. Da die rechen- und damit kostenintensive Anwendung dieser Darstellungsmethode in der Praxis auf absehbare Zeit sich nicht weit verbreiten wird, bleibt dieses Thema in der vorliegenden Untersuchung ausgeschlossen.

3.1 Die technischen Entwicklungsschritte der bewegten Darstellung

Aktuell werden zwei Techniken zur Darstellung von Bewegung auf zweidimensionalen Medien verwendet:

1. Kinematografie
2. Computeranimation

Die zuerst entwickelte kinematografische Technik ist die Filmtechnik. Später folgten die Video- und Fernsehtechnik. Die technischen Fortschritte von Video und Fernsehen liegen in den Bereichen Aufnahme und Sendung. Die Inhalte in der kinematografischen Darstellung entstehen durch direkte Aufnahme und Zusammenschneiden bzw. Manipulation der Szenen.

Die Anwendung der Computeranimation ist seit dem Durchbruch des Personalcomputers in den Alltag in den 80iger Jahre populär geworden. Der Unterschied zwischen Computeranimation und Film-, Video- bzw. Fernsehenbilder lässt sich durch die konstruktiv bewegten Bildsequenzen beschreiben. Das einzelne Bild der Animation wird am Computer mittels geeigneter Software erzeugt und berechnet. Film, Video und Fernsehenbilder sind hierzu im Gegensatz keine konstruierten, sondern aufgenommene Bildsequenzen.¹ Das Abspielsprinzip der bewegten Szenen ist bei der Kinematografie und der Computeranimation gleich. Es basiert auf mehreren, hintereinander zusammengesetzten Teilbildern.

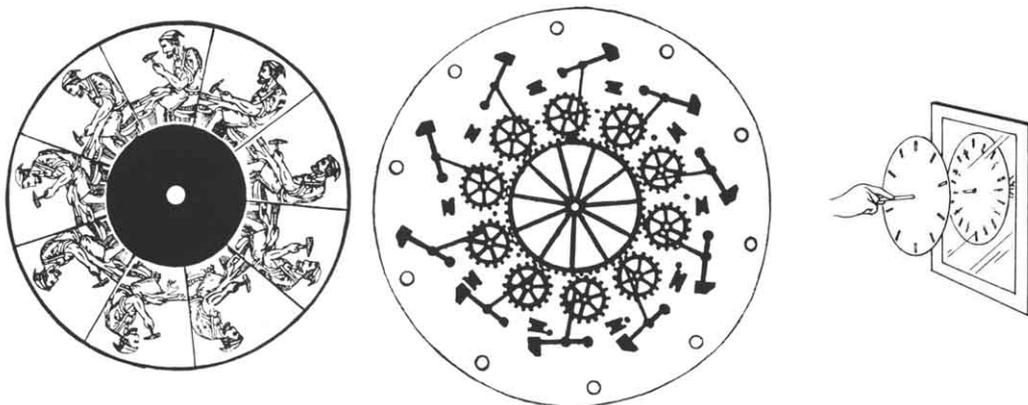
¹ vgl. Dransch: S. 5.

3.1.1 Das mechanische Ablaufsprinzip des Films

Die vom belgischen Physiker Joseph Plateau (1801-1883) und dem Österreicher Simon v. Stampfer (1792-1864) im dritten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts unabhängig voneinander entwickelte Spielscheibe, ist eigentlich der erste Schritt zur mechanischen Funktion des Films.

In die Scheibe wurde eine Reihe gleichmäßig verteilter, konzentrischer Schlitze geschnitten. Auf der Rückseite wurden in den verbleibenden Flächen zwischen den Schlitzen eine Reihe von Figuren in fortschreitenden Stadien, gemäss eines Bewegungsablaufs, gezeichnet. Der Betrachter dreht die Scheibe. Wenn er durch die Schlitze in einen Spiegel blickt, scheinen die Figuren sich dem gezeichneten Bewegungsablauf entsprechend zu bewegen. Plateau nannte seine Scheibe Phenakistiskop (trügerischer Blick, 1829) und Stampfer die seine Stroboskop (rotierender Blick, 1832).¹ Mit Phenakistiskop und Stroboskop konnten erstmals Bewegungen mittels eines Mediums dargestellt werden. Die folgende Abbildung zeigt, wie Stampfers Stroboskop funktioniert.

Abbildung 29 Stampfers Stroboskop



3.1.2 Der optische Funktionsvorgang der Filmtechnik

Der optische Vorgang der Filmaufnahme ist der Erfindung der Fotografie zu verdanken. Die neue Darstellungsetappe beginnt mit den Versuchen, die Bewegung fotografisch in einzelnen Bildern aufzunehmen und diese wieder in einer festen Reihenfolge von hintereinander angeordneten Bildern zu zeigen.

1861 hat Du Mont ein Patent in Frankreich auf einen fotografischen Apparat zur Nachbildung der aufeinanderfolgenden Phasen einer Bewegung angemeldet. Die fotografischen Platten sollten an einem Band befestigt sein; dieses Band bewegte sich so, dass jede einzelne Platte kurze Zeit hinter dem Aufnahmeobjektiv still stand; während dieser Zeit gab einen mit einer Belichtungsöffnung versehene und mit dem Fortschaltmechanismus des Bandes zwangsläufig verbundene Verschlussplatte das Objektiv zur Belichtung frei. Für die Vorführung der Bilder schlug Du Mont einen, dem Phenakistiskop Plateau nachgebildeten, Apparat vor.² Drei Jahre später wurde ein weiteres Patent des französischen Wis-

¹ vgl. Forch: S. 6.

senschaftlers Ducos du Hauron mit einem neuen Aufnahme- und Vorführapparat in Frankreich angemeldet. Die mechanische Ausbildung des Apparates ist im Vergleich zu Du Mont's Apparat wesentlich vereinfacht worden.¹

1886 schritt der deutsche Fotograf Ottomar Anschütz (1846-1907) in der Technik der Filmdarstellung mit dem Namen Elektro-Tachyskop nochmals weiter. Er versuchte die Teilbilder so herzustellen, dass ihre Vereinigung ein vollständiges, unterbrechungsfreies Bild der Bewegung ergab. Hierzu dienten 24 kleine Kameras mit Platten à 8 x 8 cm zur Aufnahme, deren Verschlüsse gleichfalls elektromagnetisch durch das sich bewegende Objekt ausgelöst wurden. Zur Vorführung wurden die 24 Glasdiapositive auf eine Scheibe gesetzt, die an der Schauöffnung vorbeigedreht wurden.²

In den darauffolgenden Jahren entwickelte E. Kohlrausch eine optimale Idee für die Positionierung dieser 24 Kameras bzw. Kameraobjektive. Er verteilte die Kameras auf einer vertikal zum Objekt stehenden kreisförmigen Scheibe gleichmässig im Bezug zu einer horizontalen Drehachse, so dass die optischen Achsen aller Kameras parallel zur Drehachse laufen. Vor den Objektiven befindet sich eine gemeinsame Verschlussplatte mit einem Belichtungsspalt. Dreht man die Scheibe einmal herum, so gelangen alle Objektive einmal für kurze Zeit hinter den Belichtungsspalt und es wird jeweils ein Teilbild aufgenommen.³

Kurz nach dieser Entwicklung wurde ein bandförmiger, lichtempfindlicher Streifen, welcher auf eine Trommel aufgewickelt werden konnte, von Louis Aimé Augustine le Prince (1842-1890) erfunden. Diese Erfindung ermöglichte später die moderne Kinematografie mit einem Objektiv.⁴

Am 6.10.1889 führte der amerikanische Erfinder Thomas Alva Edison (1847-1931) sein „Kinetoskop“ vor und eröffnete am 14.4.1894 das erste öffentliche Filmtheater in New York. Im Jahr 1895 brachten die französischen Gebrüder Lumière (August Lumière, 1862-1954; Louis Lumière, 1864-1948) ihren verbesserten Kinematographen-Apparat auf den Markt und eröffneten am 28.12.1895 das erste öffentliche Kino im Café de Paris.⁵

In der folgenden geschichtlichen Entwicklung wurde die Darstellung von zeitabhängigen Bewegungsabläufen auf zweidimensionalen Medien ausgehend von der Kinematografie, über das Television, bis zur digitalen Animationen gelöst. Durch diese neuen medialen Apparate wurde die zeitliche und räumliche Distanz minimiert und die Welt der Bewegung konnte in Nah- und Nächstverhältnissen dem Publikum vorgeführt werden.

Ein wichtiger Fortschritt der Kinematografie im darstellerischen Bereich ist die Gestaltung mit Licht. Während in der traditionellen Malerei Lichteffekte nur mittels Farbe dargestellt werden konnten, kann in der Kinematografie das Motiv unter dem sich

2 Forch: S. 8.

1 vgl. Forch: S. 8.

2 vgl. Forch: S. 9.

3 vgl. Forch: S. 11.

4 vgl. Forch: S. 11.

5 vgl. Kempkes: in: Comic Strips, S. 32.

verändernden Einfluss des Lichts dargestellt werden. Der ungarische Bauhaus-Künstler Moholy-Nagy drückte die künstlerischen Fortschritte durch die Fotografie und Kinematografie wie folgt aus:

„Die neu erfundenen optischen und technischen Instrumente geben dem optischen Gestalter wertvolle Anregungen, unter anderem schaffen sie neben dem Pigmentbild das Lichtbild, neben dem statischen Bild das kinetische. (neben dem Tafelbild bewegte Lichtspiele; statt Fresken - Filme in allen Dimensionen; selbstverständlich auch außerhalb des Filmtheaters).“¹

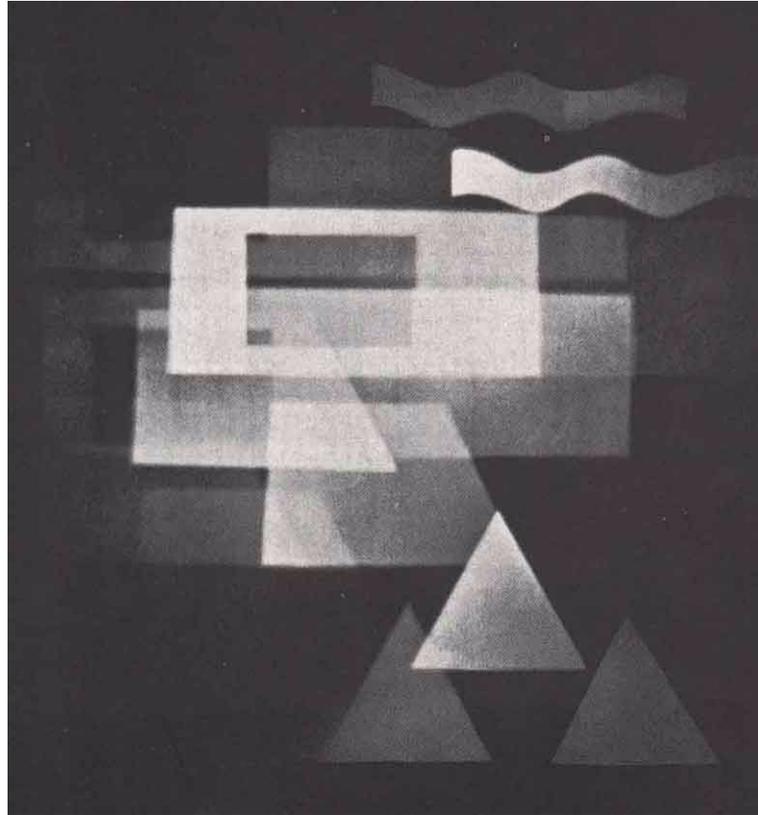
Mit der Fotografie wird das Licht an Stelle des Pigmentes der neue Gestaltungsfaktor von hell-dunkel. Mit der Kinematografie ist die Darstellung von Licht-Veränderung erst möglich. Durch die Teilnahme des Lichtes an der Darstellung können die Spannungen der Formen, deren Durchdringung, Bewegung und Tempo sowie der Hell-Dunkelabwechslung einfach erzeugt werden. Hier wirkt neben der Farbigkeit der Flächen auch eine gewisse räumlich-reflektorische Strahlung mit.

Am Bauhaus gab es viele Versuche, Bewegung durch Fotografie und Film darzustellen. Die Bauhaus-Wissenschaftler Schwerdtfeger, Hartwig und Hirschfeld-Mack versuchten mit reflektorischen Licht- und Schattenspielen neue, dynamische Gestaltungseffekte durch Überschneidung und Bewegung farbiger Flächen zu erzeugen. Hirschfeld-Mack entwickelte eine, für die kontinuierliche Filmaufnahme geeignete, Apparatur und somit

1 Moholy-Nagy: S. 7.

präsentierte als Erster den Reichtum feinsten Übergänge und überraschender Wechselwirkungen von, sich in Bewegung befindlichen, farbigen Flächen: Eine prismatisch lenkbare und oszillierende, zerfließende, sich ballende Flächenbewegung.¹

**Abbildung 30 Ein Ausschnitt der Filmaufnahme von Hirschfeld-Macks
Reflektorische Lichtspiele**



3.1.3 Computeranimation

Das Wort „Computer“ kommt vom lateinischen Ursprungswort „computare“, welches die Bedeutung „berechnen“ hat. Die Grundfunktion des Computers ist tatsächlich auf das Rechnen zurückzuführen. Das Rechnen ermöglicht die Verarbeitung der verschiedenen Daten (Informationen). Auch die grafische Bearbeitung am Computer ist auf diesen mathematischen Vorgang zurückzuführen.

Technisch gesehen ist der Computer ein neues Werkzeug für die Menschheit. Er vereint diverse Funktionen der traditionellen Werkzeuge und erzeugt ein digitales Ergebnis. Darstellerisch gesehen, ist der Gestaltungsprozess mittels Computer eine Simulation bzw. die Zusammenführung der traditionellen Darstellungsmethoden. Der bedeutendste Fortschritt des Computers ist die Verarbeitungsmöglichkeit einer großen Menge von Daten, welche durch die traditionellen Methoden nicht in akzeptabler Zeit erreicht werden kann. Dieser Vorteil ermöglicht, die Darstellungsgrenzen der Computergrafik grosszügig zu erweitern und hilft damit ein neues Qualitätsniveau und eine neue Dimension der Darstellungswelt entstehen zu lassen.

¹ vgl. Moholy-Nagy: S. 82.

Der Begriff Animation hat seinen Ursprung im lateinischen Wort animare, zu Deutsch beleben. Im Bereich der Grafik bedeutet Animation die Erzeugung von bewegten Bildern. Sie entstehen dadurch, dass Objekte in aufeinanderfolgenden Bildern derart variieren, dass bei bestimmten Betrachtungstempo der Eindruck einer fließenden Bewegung oder Veränderung entsteht.¹

Eine Simulation ist eine modellgesteuerte Bildsequenz. In einer Simulation werden Phänomene in einem Rechenmodell simuliert und die Ergebnisse der Berechnung mit einer Animationssequenz visualisiert. Animation ist also ein Teil der Simulation, sie ist ihr nicht gleichzusetzen.²

Wie am Anfang dieses Kapitels bereits erwähnt, liegt der Hauptunterschied zwischen der Computeranimation und der kinematografischen Darstellung an der Quelle der darzustellenden Informationen. Die Informationen für eine Computeranimation werden zuerst in Programmen bearbeitet oder hergestellt. Die durch Foto- oder Filmaufnahme aufgenommenen Informationen können auch für eine Computeranimation verwendet werden. Sie müssen jedoch zuerst mittels entsprechender Programme und Transformationsgeräte wie z. B. Scannern digitalisiert werden. Diese Informationen können in Grafik- und Animationsprogrammen weiter bearbeitet werden, nachdem sie mittels entsprechender Filter in diese importiert wurden. Die darzustellenden Informationen können auch direkt mittels der genannten Programme hergestellt werden, z. B. das digitale Zeichnen und Zusammenstellen eines Zeichentrickfilms.

Jedes Programm hat sein Hauptanwendungsgebiet. Damit die Ergebnisse der Programme problemlos übergeben werden können, wurden von den jeweiligen Softwarefirmen Komplettpakete mit u. a. Programmen zur Fotobearbeitung, für das Layout, für die Textdokumentation und die Animation geschnürt.

Da die Darstellung von Raum und Bewegung häufig gleichzeitig vorkommt, werden die entsprechenden Funktionen oft auch vereint in einem Programm eingebaut, d. h. in dem Programm werden zuerst zwei- oder dreidimensionale Zeichnungen grafisch erstellt, welche dann durch die Gestaltung der Teilbilder auf einer Zeitleiste zu einer flüssigen Bewegung animiert werden.

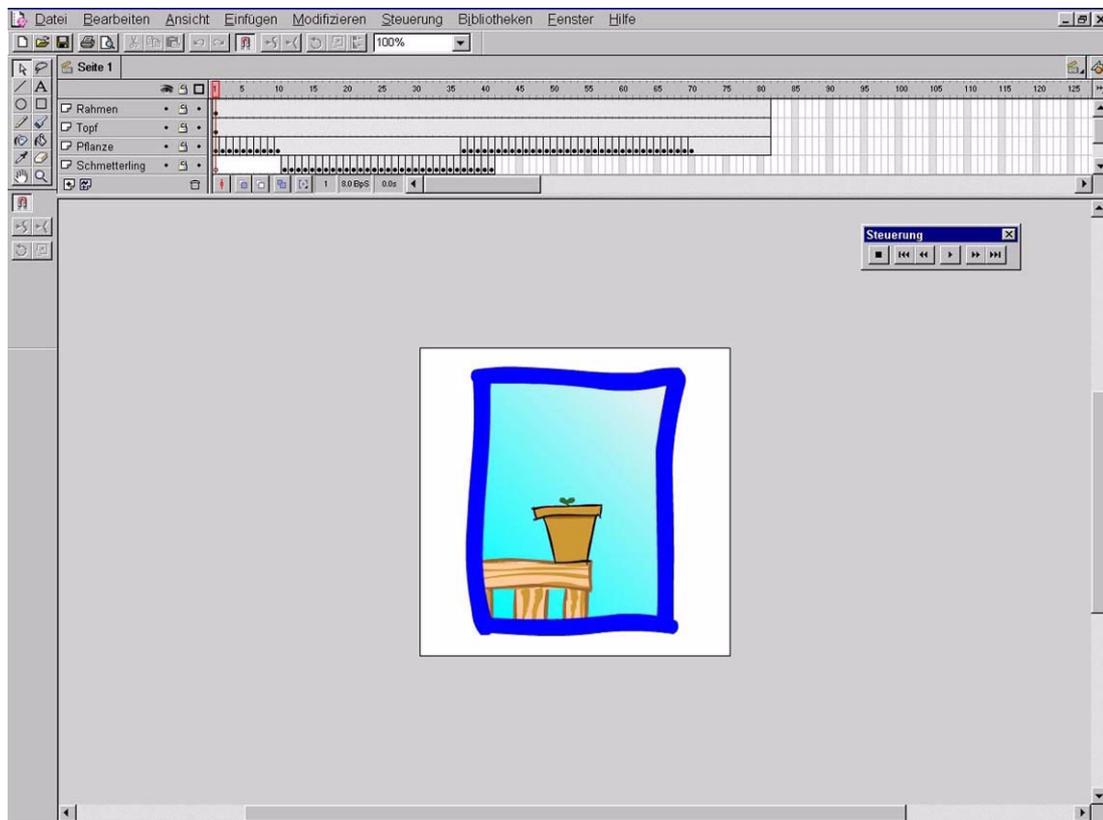
Ein Beispiel hierfür ist ein Programm, welches die Erstellung von zweidimensionalen Animationen ermöglicht. Die in der nächsten Abbildung gezeigte Programmoberfläche bietet ausser dem Werkzeugfenster zur grafischen Bearbeitung noch eine Zeitleiste mit der Anordnungsmöglichkeit der Teilbilder. Über diese Zeitleiste können die zusammenhängenden Bilder hintereinander eingefügt und deren jeweilige Erscheinungsdauer individuell bestimmt werden. Die Erscheinungszeit des Einzelbildes ist nach Bedarf beliebig regulierbar. Das einzelne Teilbild kann auch individuell im Programm bearbeitet werden.

1 Dransch: S. 5.

2 Dransch: S. 5.

Der erstellte Animationsfilm kann optional unmittelbar als Web-Datei gespeichert und im Internet publiziert werden. Die folgende Abbildung ist ein Ausschnitt einer solchen Programmoberfläche, welche die erläuterten Strukturen und Funktionen der beschriebenen Programmtypen anschaulich zeigt.

Abbildung 31 Funktionsoberfläche eines Animationsprogramms



3D-Programme, einschliesslich der Architekturprogramme, sind ähnlich, mit vergleichbaren Strukturen aufgebaut. Diverse standardisierte Dateiformate ermöglichen auch den Austausch zwischen den Programmen verschiedener Anbieter. So können die in dem einen Programm erstellten Zeichnungen in einem Animationsprogramm von einem anderen Hersteller animiert werden.

Computeranimation wird heutzutage auch zunehmend in der Filmproduktion benutzt. Die bewegte Darstellung mittels Computer-Programmen erleichtert nicht nur die Aufnahme und Bearbeitung der realen Szenen, sondern kann auch den kompletten Aufbau von fiktiven Welten ermöglichen. Dieser Vorteil wird bereits vielfach in der Filmproduktion genutzt. Die fotorealistischen Effekte, wie sie z. B. im Film Jurassic Park zu sehen sind, sind ohne Computeranimation nicht möglich.

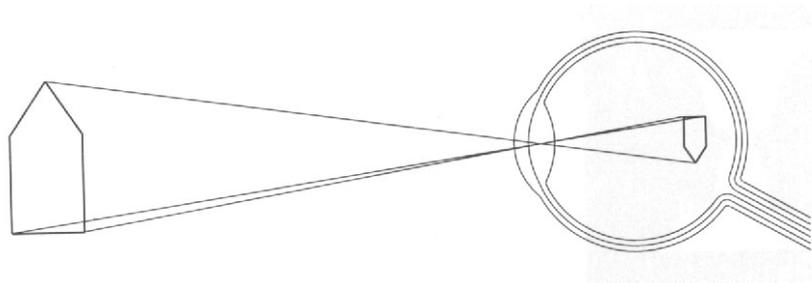
3.2 Das Sehen von Bewegung

Das Thema der bewegten Darstellung, bedeutet sowohl für den Darsteller als auch für den Zuschauer eine neue Erfahrung. Es gelten neue Prinzipien, die die Qualität der Darstellung, insbesondere die Bewegung in der Darstellung beeinflussen. Das Auge ist das rezeptorische Organ, welches gesehene Darstellung zur Weiterverarbeitung in das Gehirn weiterleitet. Deshalb ist es für den Darsteller wichtig, den Vorgang des Sehens von dargestellter Bewegung zu verstehen, damit er sein Produkt so gestaltet, dass die Bewegung beim Zuschauer wie gewollt ankommt.

3.2.1 Der Sehvorgang

Das Sehen wurde am Anfang der Wahrnehmungsforschung sehr häufig mit dem Vorgang der Fotografie verglichen. An der Vorderseite des 2,5 Zentimeter durchmessenden Augapfels liegt die Iris mit der Pupille. Sie steuert den Lichteinfall auf ein Linsensystem - wie die Blende einer Kamera. Das Linsensystem wiederum stellt sich scharf - wie das Objektiv einer Kamera. Auf der Rückseite des Glaskörpers befindet sich die 0,2 bis 0,5 Millimeter starke Netzhaut (Retina) - wie ein zu belichtender Film. Dort wird das auf dem Kopf stehende Bild projiziert. Das auf die Netzhaut projizierte Bild steht auf der Netzhaut nicht nur auf dem Kopf, sondern wird auch über Kreuz wahrgenommen. D. h. das Bild, welches links von der Nase liegt, wird vom rechten Auge und umgekehrt wahrgenommen. Auf dem Weg zur weiter im Hinterkopf liegenden primären Sehrinde des Gehirns kreuzen sich die Sehnerven im Chiasma opticum. Alle Informationen aus dem linken Gesichtsfeld werden in der rechten Hemisphäre verarbeitet.¹ Die folgende Abbildung aus Leopolds Buch „Geometrische Grundlagen der Architekturdarstellung“ zeigt den vereinfachten Sehvorgang.

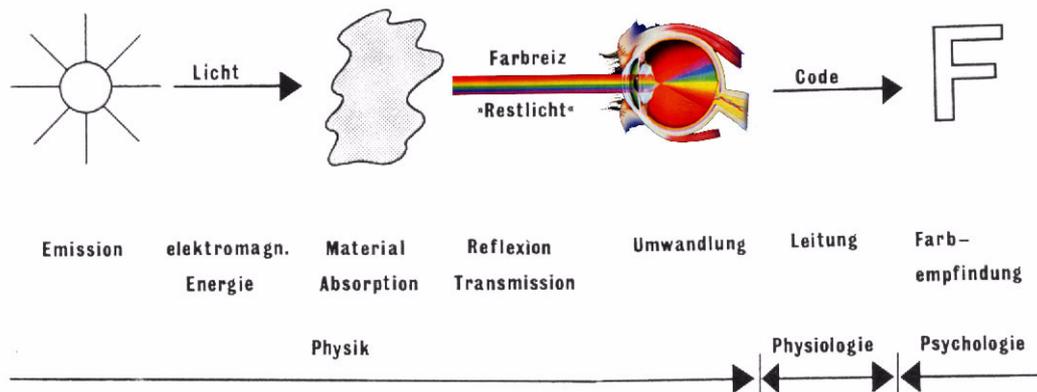
Abbildung 32 Der vereinfachte Sehvorgang



¹ Küppers: S. 10.

Das Auge kann auch als eine Empfängerstation des Sehens angesehen werden. Es übernimmt die von außen kommende Energie des Farbreizes und wandelt sie in Impulse um. Diese werden codiert über die Nervenbahnen zum Gehirn weitergeleitet. Dort entsteht die Farbempfindung.¹ Die folgende Abbildung stellt den physikalischen, physiologischen und psychologischen Weg der Farbwahrnehmung dar.

Abbildung 33 Die Wirkungskette zwischen Licht und Farbenempfindung mit physikalischer, physiologischer und psychologischer Komponente



Im Unterschied zur Kameraaufnahme ist der, durch das Sehen wahrgenommene Eindruck immer subjektiv. Fotoapparate und Fernsehkameras können das Naturobjekt nur mechanisch in ein Bild umwandeln. Die Aufgabe des Auges und des Gehirns ist es, anhand des gesehenen Bildes eine eigenständige Vorstellung im Kopf zu erzeugen. Der Rezeptor leitet diese bildliche Information weiter ins Gehirn, unter dem Einfluss der „früheren Erfahrung“ sehen wir dann das Bild mit unseren „eigenen“ Augen, also assoziativ.

3.2.2 Das Sehen von Bewegung

Die Bewegung ist der stärkste Sehreiz, sowohl für Tiere als auch für Menschen. Bewegung wahrzunehmen ist in der Natur auf Überlebensinstinkte zurückzuführen. In der Naturwelt muß ein Jäger die Position seines Opfers und dessen schnelle Bewegung genau beobachten, damit er es mindestens ebenso schnell verfolgen und gezielt fangen kann. Die Fähigkeit des Sehens von Bewegung wurde aufgrund verschiedener Lebenszwecke im Laufe der Zeit trainiert und erweitert.

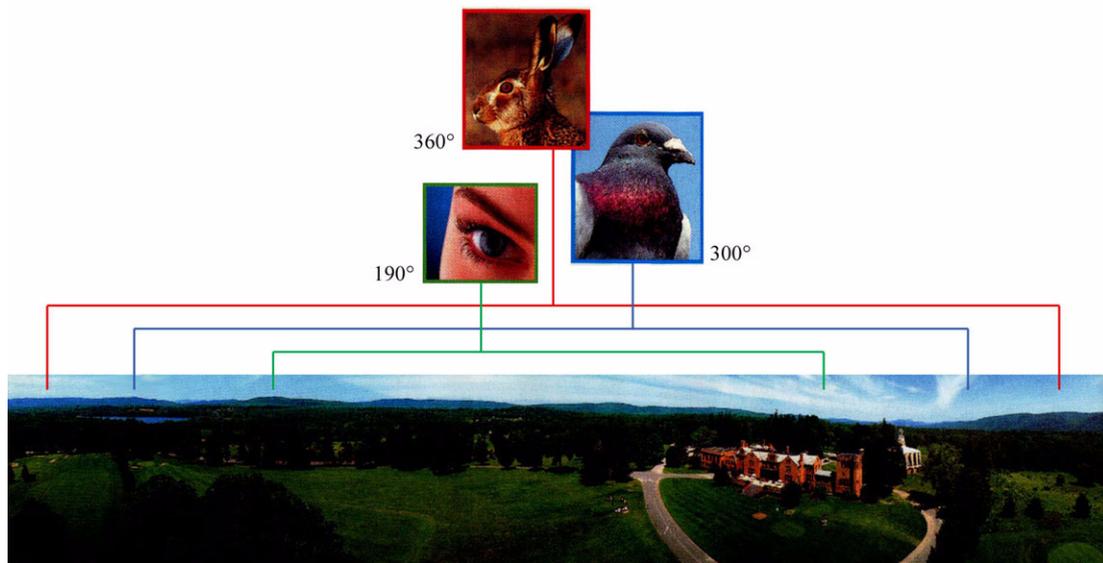
Während der Wahrnehmung von Bewegung sind sicherlich andere Sinnesorgane auch aktiv, jedoch spielt das Sehen in den meisten Situationen die entscheidende Rolle. Die Bewegung reizt die Aufmerksamkeit und kann durch Formänderungen auf der Netzhaut gesehen werden.

Die Evolution schuf für jedes Lebewesen einen überlebenswichtigen Blickwinkel. Um Feinde rechtzeitig zu erspähen, sind „Fluchttiere“ auf ein weites Gesichtsfeld angewiesen. Der Gewinn eines weiten Gesichtsfeldes resultiert aber aus einem Verlust an räumlichem Sehvermögen. Bei Menschen ist das Sehen von Tiefe wichtiger, so dass die Sehweite im

¹ Küppers: S. 10.

Vergleich zu den Fluchttieren nur einen maximalen Winkel von 190° erreicht.¹ Die folgende Abbildung ist ein Vergleich der Sichtweite zwischen Kaninchen, Taube und Mensch.

Abbildung 34 Ein Vergleich der Sichtweite zwischen Kaninchen, Taube und Mensch



Der britische Gehirn- und Augenspezialist Richard Langton Gregory (geb. 1923) beschrieb den, die Retina anregenden, Charakter in seinem Buch „Eye and Brain“, um die Psychologie der Wahrnehmung von Bewegung zu demonstrieren. Vor seiner Zeit gab es schon zahlreiche andere Wissenschaftler, die sich für die „Gesetze des Sehens“ interessierten und in der Folge zahlreiche Experimente ausgeführt. Eine bekannte Persönlichkeit hiervon ist der deutsche Mediziner und Naturwissenschaftler Hermann von Helmholtz (1821-1894), der zahlreiche experimentale Studien zum Thema „Vision“ durchgeführt hat. Sein in diesem Bereich wichtigstes Forschungsergebnis ist die von ihm entwickelte physiologische Optik. Technisch gesehen können unsere Augen bewegte Informationen auf zwei unterschiedlichen Wegen wahrnehmen:²

1. Eine Bewegung wird von einem stehenden, dem Objekt nicht folgenden, Auge stärker wahrgenommen, als wenn das Auge dem Objekt folgen würde.
2. Wenn das Auge dem, sich bewegenden, Objekt folgt, bleibt dieses mehr oder weniger auf der Netzhaut stehen. Wir können zwar trotzdem die Bewegung wahrnehmen, das Bewegungstempo wird jedoch erst vor einem fixierten Hintergrund deutlich.

Sir R. L. Gregory benannt diese zwei Möglichkeiten als zwei Systeme für die Wahrnehmung von Bewegung:³

1. Das Bild/Netzhaut-System
2. Das Augen/Kopf-System

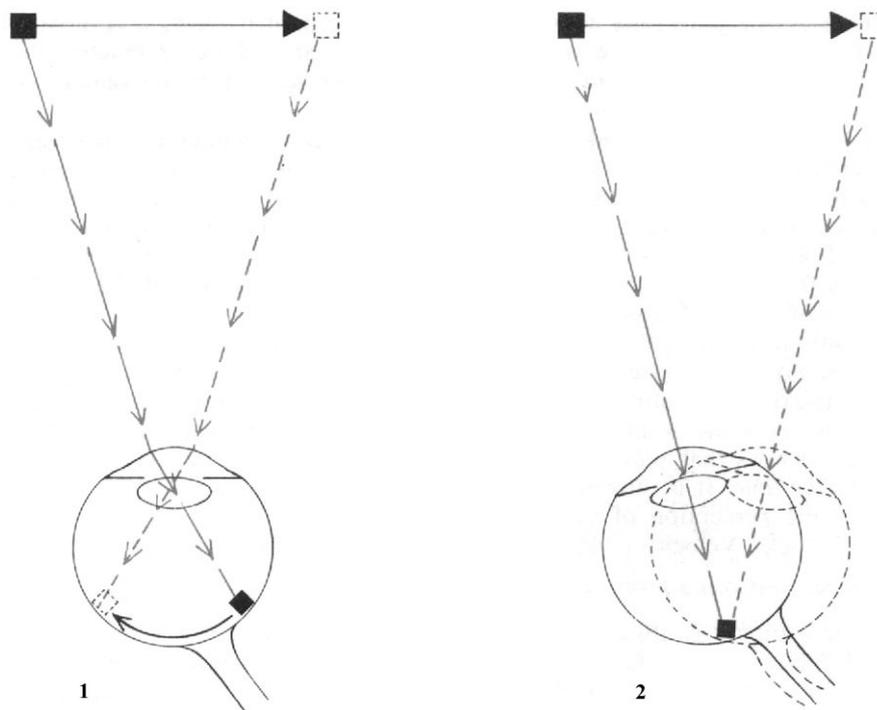
¹ vgl. Lehmann: in: Geo 90002, S. 96.

² vgl. Gregory: S. 99-101.

³ Gregory: S. 99-101.

Das Teilbild 1 in der folgenden Abbildung stellt das System Bild/Netzhaut dar, das Teilbild 2 das System Auge/Kopf. Wir benutzen beide Systeme im täglichen Leben bewusst oder unbewusst, um Bewegungen in der Umgebung zu verfolgen. Das Sehen der bewegten Darstellung auf einer kleinen Darstellungsfläche wie z. B. Bildschirm funktioniert nach dem ersten System. Nur wenn die Leinwand im Kino sehr gross ist, werden wir der dargestellten Bewegung auch mittels Kopfbewegung visuell folgen. Diese Bewegung funktioniert instinktiv, je nachdem wie die Bewegung gestaltet ist. Wenn z. B. ein Mensch auf einer Leinwand langsam von links nach rechts geht, werden wir normalerweise nicht den Kopf bewegen; Aber wenn ein Auto rasch von links nach rechts fährt, werden wir instinktiv den Kopf auch von links nach rechts bewegen, um der Bewegung des Autos zu folgen.

Abbildung 35 Bild/Netzhaut System und Auge/Kopf System



Nach der Theorie des deutsch-amerikanischen Psychologen Rudolf Arnheim (geb. 1904) ist die Wahrnehmung von Bewegung immer stroboskopisch. Den Flug eines Vogels versteht man als eine kontinuierliche Ortsveränderung. In Wirklichkeit besteht das Sehen jedoch aus einer Reihe von Aufzeichnungen der individuellen Rezeptoren bzw. „rezeptorischen Felder“ auf der Netzhaut. Das Nervensystem lässt das Gefühl einer fortlaufenden Bewegung dadurch entstehen, dass es die Folge dieser Einzelreize, die jeweils nur eine statische Veränderung aufzeichnen, zu einem Ganzen zusammenfasst. Der amerikanische Neurophysiologe Hans-Lukas Teuber berichtet, dass ein Mensch mit bestimmten Gehirnverletzungen ein fahrendes Motorrad nur als eine Reihe sich überschneidender, stillstehender Motorräder erkennen kann. Ein gesundes Gehirn erkennt aus seiner Erfahrung, dass die Bewegung aus einer Folge unbeweglicher Einzelbilder zusammengesetzt ist.¹

¹ Arnheim: S. 387-388.

3.2.3 Das Sehen von manipulierter Bewegung

Die dargestellte Bewegung ist eigentlich keine wirkliche Bewegung selbst. Die Bewegungserscheinung wird in der Darstellung durch Manipulation erzeugt. Wenn eine Reihe unterschiedlicher sequentieller Bilder kurzzeitig vor unseren Augen plaziert wird, ähnlich einem Daumenkino, scheinen sie sich zu einem einzelnen, sich bewegenden Bild zu vermischen. Diese optische Illusion liegt wieder am physiologischen Phänomen, das mit der Ausdauer des Anblicks definiert wird. Die „Ausdauer des Anblicks“ bedeutet, dass die Retina unserer Augen das Bild für einen Sekundenbruchteil wie in einem Kurzzeitgedächtnis beibehält, bevor es gelöscht wird. Diese Tatsache erlaubt uns, Animationen oder Bewegungsabbildungen als ein sich bewegendes Bild wahrzunehmen, obwohl sie in Wirklichkeit nur eine Reihe hintereinander abgespielte statische Bilder sind.¹

Die Abspielgeschwindigkeit der Einzelbilder muss ausreichend schnell sein, damit der Eindruck eines einzelnen, sich bewegenden Bildes erreicht werden kann. Die notwendige Geschwindigkeit ist individuell und von Mensch zu Mensch unterschiedlich. Die meisten Menschen brauchen eine minimale Anzahl von vier Bildern pro Sekunde. Bei acht Bildern beginnen die Übergänge sich zu vermischen, obwohl das sich bewegende Bild immer noch ruckartig erscheint. Bei zwölf Bildern pro Sekunde nimmt dieser Effekt weiter ab und die Illusion einer ununterbrochenen Bewegung nimmt Gestalt an.²

Die meisten handgezeichneten Animationsfilme aus den Trickfilmstudios von Walt Disney wurden mit dieser Geschwindigkeit entwickelt. Damit die eigentlich 12 Bilder pro Sekunde auf die notwendige Geschwindigkeit von mehr als 20 Bildern pro Sekunde gebracht werden konnten, wurde jedes Bild zweimal hintereinander zu einer kinematisch akzeptablen Sequenz von 24 Bildern pro Sekunde auf dem Film abgelichtet. Der Bewegungseffekt erscheint auf der Leinwand offensichtlich flüssig. Während der kinematische Standard 24 Bilder pro Sekunde entspricht, wurden für die Television aufgrund der verschiedenen Wechselspannungsfrequenzen in Europa und Amerika die Frequenzstandards 25 Bilder pro Sekunde (bei 50 Hz Wechselspannung) bzw. 30 Bilder pro Sekunde (bei 60 Hz Wechselspannung) definiert.³ Diese Abspielgeschwindigkeit gibt endlich dem Menschen den Eindruck einer fortlaufenden Bewegung.

Die physikalische Bewegung und die gesehene Bewegung stimmt aufgrund der Sehgewohnheit nicht immer überein. Die gesehene Bewegung ist für die Präsentation der bewegten Darstellung am interessantesten. Um einen bestimmten Eindruck in unserer Wahrnehmung zu erzeugen, können wir die gewünschte Bewegung mit geeigneter Technik manipulieren. Unsere Augen glauben direkt an die erscheinende Bewegung, ohne die Manipulation zu bemerken. In der Filmindustrie wird die Darstellung der Bewegung oft nach dem Gesetz der Sehtäuschung manipuliert.

Die folgende Experiment⁴ von Wolfgang Metzgers zeigt, wie die tatsächliche Bewegung nach der Manipulation in der subjektiven Welt verstanden wird. Die wirkliche Bewegung der Linien wird in diesem Experiment durch Fenster gefiltert. Das Auge erkennt in den verschiedenen Fensterausschnitten eine Reihe von völlig neuen Bewegungen, die mit den

1 vgl. Kuperberg: S. 3-4.

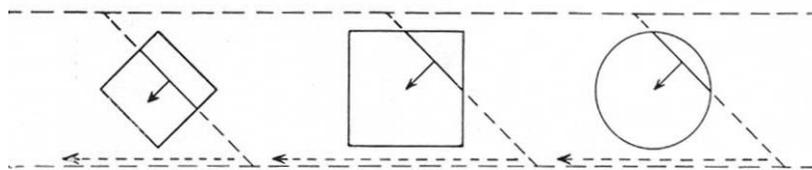
2 vgl. Kuperberg: S. 4.

3 vgl. Kuperberg: S. 4.

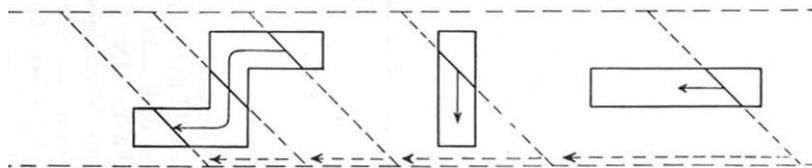
4 Siehe Datei „Animation1.swf“ und „Animation2.swf“ auf beigelegte CD.

wirklichen Bewegungen in keinerlei Bezug stehen. Die Schräglinie bewegt sich real, hinter den Fenstern, horizontal von rechts nach links. Ist das Filterfenster ein zur Horizontalen schräges oder gerades Quadrat scheint sich die Linie von rechts oben nach links unten zu bewegen. Bei einem kreisförmigen Fenster entsteht der gleiche Eindruck. Im gewinkelten Fenster ändert die Linie an den Ecken ihre Bewegungsrichtung. In einem schmalen Fenster, das sich vertikal zur wirklichen Bewegungsrichtung erstreckt, erscheint die Bewegungsrichtung der Linie senkrecht zur wirklichen Bewegungsrichtung. Nur in einem schmalen, sich horizontal entlang der wirklichen Bewegungsrichtung erstreckenden, Fenster stimmt die wahrgenommene Bewegung mit der hintergründigen Bewegung überein.¹

Animation 1 Die wirkliche und die gesehene Bewegungsrichtung - Beispiel 1



Animation 2 Die wirkliche und die gesehene Bewegungsrichtung - Beispiel 2



Kern der Darstellung von Bewegung ist, eine bildliche Bewegung dem Auge glaubhaft zu machen. Aus diesem Grund spielt die Manipulation in der Darstellung von Bewegung eine erhebliche Rolle.

3.2.4 Die Unverträglichkeit des Sehens bei misslungener Bewegungsdarstellung

Interessemangel an zu langsamer Bewegung

Unsere Augen scheinen gewisse Wahrnehmungsgrenzen bezüglich der Bewegung zu haben. Wenn die tatsächliche Bewegung zu langsam oder zu schnell für das Auge ist, können unsere Augen diese Bewegung nicht mehr als Bewegung erkennen. Ein Beispiel für die untere Schwelle ist der große Zeiger einer Armbanduhr. Betrachten wir den Zeiger ein oder zwei Minuten lang, so scheint er für uns die ganze Zeit über stillstehend, obwohl er am Ende dieser kurzen Zeit an einer anderen Stelle steht. Wir können die Ortsveränderung sehr gut erkennen, ohne dabei jedoch die geringste Bewegung zu bemerken. Mit anderen Worten, unser Auge hat eine obere und eine untere „Bewegungsschwelle“ für das Sehen von Bewegung. Rudolf Arnheim meint, dass im Laufe der Evolution unsere Augen lernt,

¹ vgl. Metzger: S. 573; Siehe Datei „Animation1.swf“ und „Animation2.swf“ auf beigelegte CD.

auf lebenswichtige Ereignisse zu reagieren und deren Geschwindigkeit anzupassen. Es ist biologisch verständlich, dass wir kein Interesse daran haben, eine sehr langsame Bewegung zu bemerken.¹

Bei der Gestaltung von bewegten Szenen muss darauf geachtet werden, dass die Bildsequenz des Films nicht zu langsam ist. Wenn die Bewegung in der dargestellten Szenen dem Betrachter zu langsam erscheint, kann die Präsentation ihren Reiz verlieren. Wenn das Tempo des Übergangs zwischen den einzelnen Bildern zu langsam ist, wirkt das bewegte Bild ruckartig und nicht flüssig.

Das Gefahr der Informationsüberschwemmung

Wenn ein Objekt sich zu schnell bewegt, kann die Bewegung in unserer Wahrnehmung auch undeutlich erscheinen. Erstens kann das Objekt nicht mehr erkannt werden. Zweitens sind die Merkmale der Bewegung z. B. Tempo und Bewegungsbahn auch nicht mehr zu sehen.

Durch das schnelle Drehen oder Schwingen eines Objekts kann eine virtuelle Figur entstehen. Wenn die Bewegung schnell genug ist, erscheint diese neue virtuelle Figur wie eine statische Figur. In diesem Zustand können wir die Bewegung nicht mehr wahrnehmen und sehen stattdessen das statisch erscheinende Ergebnis der Bewegung.

Die Intensität der Weiterleitung der Bildinformation ist nicht nur von der Geschwindigkeit des bewegten Objekts, sondern auch von der Menge der sich gleichzeitig bewegenden Objekte abhängig. Wenn sich zu viele Objekte gleichzeitig auf einer Darstellungsfläche bewegen, kann die Darstellung für unsere Augen unangenehm wirken.

Die Darstellungsart von Masseninformation auf einer Zeichenfläche ist auch bei vielen futuristischen Zeichnungen zu finden. Da die Zeichnung dort „für ewig“ statisch bleibt, können wir die Informationen jedoch in aller Ruhe aufnehmen. Diese Phänomene mit der Darstellung von Masseninformation findet zur Zeit auch sehr häufig bei der bewegten Darstellung statt. Die Darstellung schafft zwar eine dynamische Impression über ein Thema, birgt jedoch die Gefahr der Informationsüberschwemmung.

Die Unverträglichkeit des Sehens beim hellen und dunklen Licht

Im Vergleich zur statischen Darstellung kann das Licht in der Kinematografie realitätsnah reproduziert werden. Das Licht kann in der Fotografie und Kinematografie neben oder mehr anstatt den Farbpigmenten als neues Gestaltungselement verwendet werden. Die Wahrnehmung von Licht unterliegt i. d. R. keinen besonderen Einschränkungen. Nur wenn das Licht zu stark strahlt, schaltet das Auge sein Akzeptanzvermögen ab. Unser Auge hat eine Grenze der Ertragbarkeit von Lichtstärke.

1 vgl. Arnheim: S. 384.

Ein allgemein bekanntes Beispiel ist die Überreizung der Augen bis zur Passivität durch einen direkten Blick in die Sonne. Anstatt des Lichts sehen wir plötzlich Schwarz. Dieses Phänomene können auch bei einer Filmproduktion auftreten. Durch den Einsatz von starken Lichtstrahlen kann die Aufmerksamkeit der Zuschauer angezogen werden, jedoch darf die Strahlstärke die Sehverträglichkeit der Zuschauer nicht übersteigen.

Zu dunkel gestaltete Bildoberflächen und Bewegungsszenen können die Darstellung auch misslingen lassen, da unsere Augen den Gegenstand und dessen Bewegung schwierig oder gar nicht erkennen können.

3.3 Zeit als Gestaltungsfaktor in der bewegten Darstellung

Im Vergleich mit der statischen Darstellung spielt die Zeit bei der bewegten Darstellung eine bedeutende Rolle. In der statischen Darstellung wird die Zeit in der dargestellten Bewegung nur durch Momentaufnahmen angedeutet. Eine wirkliche Beteiligung der Zeit an der Darstellung findet bei der statischen Darstellung nicht statt. In Andres Pardeys¹ Dissertation über Bilderzählung zitierte er die Beschreibung des deutschen Professors an der Giessener Justus Liebig-Universität, Günther Fiensch wie folgt:

„Bewegung ist in der Wirklichkeit das Nacheinander unendlich vieler Augenblicke“².

Die vierte Dimension Zeit ist bei der Beschreibung einer Bewegung, gemäss der Definition des Physikers Albert Einstein in seiner Relativitätstheorie, eines der wichtigsten Kriterien.

Nach Andres Pardeys Meinung wird Zeit in einer Bewegung als Gesamtheit wahrgenommen:

„Sie besteht aus einer nicht zu beziffernden, unendlichen Anzahl von Einzelmomenten, die sich aneinander anschließen. Jeder Zeitpunkt ist wiederum teilbar in kleinere Zeiteinheiten, nie erreicht die Wahrnehmung der Zeit ein Stadium, an dem sie quasi ohne Ausdehnung ist, wie dies vom geometrischen Punkt angenommen wird. Zeitliches Erleben ist also immer dem Ablauf, dem Prozess unterworfen.“³

Mit der Entwicklung der neuen Darstellungsmethoden entstand gleichzeitig auch eine neue Problematik der Gestaltung, mit der die statische Darstellung zuvor nie konfrontiert wurde. Diese Probleme treten vermehrt im Zusammenhang mit der Zeitgestaltung auf.

In der bewegten Darstellung hat der Begriff Zeit zwei Bedeutungen:

1. Die technische Bedeutung.

-Sie entspricht dem Tempo des Bilder- oder Szenenwechsels und der gesamte Ausstreckung der Darstellung.

1 Schweizer(Basler) Wissenschaftler, geb. 1965.

2 Fiensch: S. 2.

3 Pardey: S. 49.

2. Die inhaltliche Bedeutung.

-Sie bedeutet den inhaltlichen Ablauf, der mit der realen Zeit, z. B. Tag und Nacht vergleichbar ist.

3.3.1 Die Grundbedeutung der Zeit

Der Physik Professor Roman Sexl (1939-1986) und Dr. Herbert Kurt Schmidt zitierten in ihrem gemeinsamen Buch „Raum-Zeit-Relativität“ einen Satz aus Thomas Manns¹ „Zauberberg“:

„Was ist die Zeit? Ein Geheimnis - wesenlos und allmächtig. Eine Bedingung der Erscheinungswelt, eine Bewegung, verkoppelt und vermengt dem Dasein der Körper im Raum und ihrer Bewegung. Wäre aber keine Zeit, wenn keine Bewegung wäre? Keine Bewegung, wenn keine Zeit? Frage nur! Ist die Zeit eine Funktion des Raums? oder sind beide identisch?“²

Bewegung beinhaltet immer eine Zeitdauer und eine Geschwindigkeit. In der Physik wird die Geschwindigkeit (Velocity) definiert als: $v = \frac{s}{t}$.

Hier symbolisiert das **v** die Geschwindigkeit, **s** die Distanz und **t** die, für die Überwindung der Distanz benötigte, Zeitdauer. Diese Gleichung beantwortet die Frage des Zusammenhangs von Weg und Zeit.

Physikalisch befinden sich alle Dinge und Ereignisse im zeitlichen Kontext. Die physikalische Zeit orientiert sich am Ablauf der objektiven Welt. Für unsere Wahrnehmung hat die Zeit aber eine andere Bedeutung. Da die Wahrnehmung der Endrezeptor des Betrachters von Darstellung ist, müssen sich die Gestaltungsgesetze der Zeit nach unserer Wahrnehmung und unseren Gewohnheiten richten. Der Zuschauer beurteilt die Geschwindigkeit eines Szenenwechsels gemäss seinen Erfahrungen und prüft, ob der inhaltliche Ablauf für ihn verständlich gemacht wurde.

3.3.2 Die Zeit in technischer Bedeutung

Das mechanische Ablaufsprinzip des Films wurde durch die stroboskopische Darstellung entdeckt. Der deutsche Wissenschaftler Götz Großklaus beschreibt die Entwicklung des Filmablaufs wie folgt in seinem Buch „Medien-Zeit; Medien-Raum“:

„Die in den einzelnen Phasenbildern angehaltene (Bewegungs)zeit kommt mit der mechanischen In-Bewegung-Setzung der Bilderreihe wieder in Fluss. Zeit und Zeitlichkeit werden - im Gegensatz zum fotografisch fixierten Augenblick - erstmalig ansichtig in ihrem Verlauf. Der Film entreisst der Zeit unterschiedliche Augenblick-Sequenzen, deren Montage dann eine komplexe zeitliche Schichtung ergeben. Zeit wird im Film bildlich ansichtig: einmal in der Relation des Vorher und Nachher von Ereignissen - und dann erstmal in Gleichzeitigkeitsbeziehungen von Vorgängen und Handlungen.“³

1 Deutscher Schriftsteller, 1875-1955.

2 Sexl/Schmid: S. 15.

3 Grossklaus: S. 22.

Den Entwicklern wurde bewusst, dass die zeitliche Dekonstruktion von Bewegungsabläufen die Voraussetzung der späteren Rekonstruktion dieser Abläufe im Medium des Films bedeutete. Erst die fotografische Zergliederung eines Bewegungsablaufs in eine Vielzahl von Phasen ermöglichte die zeitliche Synthese des ursprünglichen Kontinuums.

Aber wann ist ein Filmablauf angenehm und akzeptabel für unsere Augen? Gibt es eine festgelegte Zahl für die Zeitfrequenz des Bildfortlaufs bei einem Film? Unser Nervensystem hat eine eigene Abschätzungsmethode für den Zeitablauf. Zeit kann in der Psychologie nicht mit einer Zahl berechnet werden. Ein Tachometer kann uns sagen, wie schnell sich ein fahrendes Auto bewegt. Aber „unser biologischer Tacho“ im neuronalen System kann uns die Frage zur Geschwindigkeit nicht mit einer mathematischen Zahl beantworten.

Wie beurteilen wir die Geschwindigkeit eines Filmablaufs mit unserer biologischen Uhr? Wir beurteilen sie mit unserem visuellen Wahrnehmungstempo. Falls der Ablauf viel langsamer als das Wahrnehmungstempo ist, wirkt die abgespielte Szene uns gegenüber langweilig. Falls der Ablauf an die Grenze unseres Wahrnehmungstempos heranreicht, müssen sich die Augen des Betrachters entsprechend anstrengen und ermüden schnell. Falls die Geschwindigkeit des Ablaufs das Wahrnehmungstempo des Auges übersteigt, d. h. die Auslastungsgrenze des Auges überragt, ist die Aufnahme der Information nicht mehr möglich (Siehe Kapitel 3.2.4).

Die Gestaltung des Zeitablaufs ist von der Wahrnehmungsverträglichkeit der Augen abhängig. Um einzelne Bewegungsschritte zu erkennen, benötigen wir eine, für die Augen tolerante oder gewohnte, Geschwindigkeit. Für die Filmproduktion sind 20 bis 24 Bilder pro Sekunde die angenehmste Ablaufgeschwindigkeit. Mit dieser Geschwindigkeit erscheint der Film dem Betrachter gegenüber flüssig und er bemerkt den Bildwechsel nicht bewusst. Wenn der Bildwechsel zu schnell wird, erscheint die Vorführung den Augen unangenehm bzw. unverträglich. Auch eine in der Gesamtdauer zu lange Vorführung kann den Zuschauer ermüden.

3.3.3 Die inhaltliche Gestaltung der Zeit

In der Vorführung wird oft der Lauf der Zeit anders gespielt als im richtigen Leben. Eine Geschichte, die sich über Tage, Monate und Jahre erstreckt, wird auf zwei oder drei Stunden komprimiert. Die Zuschauer können bei einer gelungenen Vorführung die dargestellte Zeit richtig wahrnehmen, trotz der zeitlichen Diskrepanz.

Wie transferieren die Zuschauer die dargestellte Zeit zur realen Zeit? Welche Regeln müssen bei der Zeitgestaltung beachtet werden? Das Geheimnis hier ist wieder die menschliche Erfahrung mit Zeit. Wenn die dargestellte Zeit den alltäglichen Erfahrungen der Zuschauer entspricht, kann der Zuschauer die Beziehung von dargestellter und realer Zeit richtig interpretieren.

Wir beurteilen die Zeitdauer eines Ereignisses mit Hilfe unserer Erfahrung. Die verstrichene Zeit schätzen wir auch durch die Veränderung der Umgebung, z. B. die Position der Sonne, die Lufttemperatur oder auch den regelmäßigen Ablauf der täglichen Beschäftigung ein. Da diese Abschätzung sehr von unserer alltäglichen Erfahrung abhängt, können

wir in einer fremden Umgebung plötzlich das Zeitgefühl verlieren. Eine derartige Verwirrung kann auf Reisen in fremde Länder entstehen. Am ersten Reisetag fragen wir uns oft wie spät es eigentlich ist? In solchen Situationen benötigen wir eine Uhr als Hilfsmittel, weil die psychologische Uhr selbst Zeit für den Aufbau einer neuen zeitlichen Orientierung braucht. Sie braucht Zeit, um sich an die neue Umgebung zu gewöhnen. Eine ähnliche Verwirrung kann auch geschehen, wenn wir uns zu einer Vorführung verspäten und ein Teil der inhaltlichen Kenntnisse fehlt.

In einer Vorführung müssen Faktoren vorbereitet werden, die die Zuschauer zu einer richtigen Zeitorientierung leiten. Nur wenn die Zeitdarstellung mittels solcher Orientierungsfaktoren gut konstruiert ist, können wir die in der Vorführung dargestellte Zeit, ohne Missverständnisse als Echtzeit interpretieren. Durch die im Film gezeigt Himmelserscheinung, die Bekleidungsart der Schauspieler, etc. können die Zuschauer erkennen, welche Tageszeit oder Saisonzeit gerade vor Augen geführt wird. Oft werden bei Szenenwechseln ergänzende Erläuterungen in Form von Off-Ton-Kommentaren oder Untertiteln verwendet, um einen Bezug zu Zeit und Ort der nächsten Szene zu schaffen.

Wir sehen die dargestellte Zeit in Vorführungen interessanterweise immer gegenwärtig. Wir nehmen innerhalb der Vorführungszeit die Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft „gleichzeitig“ wahr, damit wir deren Entwicklung, die Zusammenhänge und die Wechselbeziehungen verstehen. Rudolf Arnheim versteht die räumliche Struktur als einen zeitlichen Ablauf, da die dargestellte Zeit in einer Form von Gleichzeitigkeit erscheint:

„Ganz ähnlich sind die Voraussetzungen für das echte Verständnis einer Symphonie, eines Films oder eines Tanzes. Wir mögen im gegebenen Augenblick nicht wissen, was folgt, aber wir dürfen das, was wir vorher gehört oder gesehen haben, nicht aus unserem Bewusstsein entlassen. Das Werk wächst Schritt um Schritt zu einem Ganzen, und wir müssen beim Verfolgen dieser Entwicklung ständig auf das zurückgreifen, was aus der direkten Wahrnehmung durch Ohren oder Augen zwar verschwunden ist, in der Erinnerung jedoch weiterlebt. Die Vergangenheit als solche ist nie im Bewusstsein gegenwärtig. Die Wahrnehmungserlebnisse und Gefühle verlieren sich, und zwar nicht erst am nächsten Tag sondern schon im nächsten Augenblick. Sie überleben nur im Masse, in dem sie Reste, d. h. Gedächtnisspuren, in uns hinterlassen haben. Wie immer diese Spuren in unserem Gehirn aussehen mögen, sie behaupten sich jedenfalls in der räumlichen Gleichzeitigkeit, beeinflussen sich gegenseitig und werden durch Neuankömmlinge teilweise umgewandelt. Im Laufe einer Darbietung werden nicht einfach neue Glieder an die Kette gefügt. Was vorher kam, wird durch das Neue ständig umgewandelt. So findet jedes neue Wahrnehmungserlebnis einen Platz in der räumlichen Struktur des Gedächtnisses. Im Gehirn gibt es für jede Spur einen Ort, aber kein Datum.

...

Wir wissen nun, dass sich die Wahrnehmung von Ereignissen nicht dadurch von der Wahrnehmung von Objekten unterscheidet, dass wir bei der ersten einen Zeitablauf erfahren, sondern dass wir vielmehr während eines Ereignisses eine organisierte Abfolge erleben, in der die einzelnen Phasen in einer sinnvollen eindimensionalen Ordnung aufeinanderfolgen. Das Ereignis ist

verworren und wird zur reinen Aneinanderreihung. Sie verliert ihr wichtigstes Merkmal; und selbst diese Aneinanderreihung dauert nur so lange an, wie ihre Elemente durch den Engpass der unmittelbaren Gegenwart hindurch müssen. Die Darbietung wird kaleidoskopisch: es herrscht ein ständiger Wechsel, aber keine Weiterentwicklung, und es gibt keinen Grund, sich an abgelaufene Phasen des Schauspiels zu erinnern, es sei denn, um seine Vielfalt zu bewundern. Keine zeitliche Bindung hält sie zusammen, denn die Zeit kann von sich aus zwar eine Aneinanderreihung, aber keine Ordnung schaffen. Im Gegenteil, jede Zeiterfahrung setzt eine gewisse Ordnung voraus.“¹

In einem Schauspiel oder einem Musikstück bedeutet die Zeitdarstellung eigentlich die Ordnung der Reihenfolge. Wenn wir die Reihenfolge einer fertigen Vorführung willkürlich ändern, erscheint uns die Logik der geschichtlichen Entwicklung sofort durcheinander.

Zeit in der Darstellung kann nicht nur zusammengedrückt werden, sondern auch vergrößert werden. In einem Film über einen biologische Zeitablauf wird z. B. oft die Zeit vergrößert. Durch diese Vergrößerung kann die Szene, die man im Alltagsleben nicht erleben kann, deutlich und lebendig erfahren.

Der deutsche Historiker Bernd Busch (geb. 1954) schreibt, dass die Kamera zum „Ersatz des mit Mängeln behafteten Auges“ wurde. Sie dehnte den Wahrnehmungshorizont auf „ferne Sternensysteme und kleinste mikroskopische Formen aus, die sekundenschnellen Abläufe komplizierter Bewegung und die großräumigen Besonderheiten geologischer Formationen.“² Die Technik überstieg die Fähigkeiten des menschlichen Auges in geradezu beängstigendem Ausmasse. Als der englisch-amerikanische Fotograf Edward Muybridge Ende des 19. Jahrhunderts seine mit einer Schnellverschlussskamera angefertigten Bewegungsstudien veröffentlichte, erfuhr die Menschheit, dass der Bewegungsablauf eines Pferdes in der Malerei immer falsch dargestellt wurde -eben so wie das Auge es gesehen hat

Filmaufnahmen ermöglichen Bewegungen, die unser Auge normalerweise nicht bemerkt bzw. nicht erkennt. Wir können eine langfristige Aufnahme über die Blüte einer Blume in einem kurzen Zeitraum darstellen (=Zeitraffermethode) und in einem Film zeigen. Dadurch kann der in Normalgeschwindigkeit für unser Auge nicht sichtbare Vorgang des Blühens beispielsweise zu einem 1-minütigen Film zusammengefasst werden. Rudolf Arnheim schreibt über dieses „beschleunigte Wachstum“ eine interessante Bemerkung:

„Das Aneinander von Einzelaufnahmen hat offenbart, dass sich alles organische Verhalten durch ausdrucks- und bedeutungsvolle Gesten auszeichnet, die wir früher für ein Privileg von Mensch und Tier hielten. Die Tätigkeit einer Kletterpflanze erscheint nicht nur als eine räumliche Verschiebung. Wenn wir sehen, wie die Ranke sucht und tastet und schließlich einen geeigneten Halt findet, dann erkennen wir darin genau Bewegungen, die ängstliches Bemühen, Verlangen und glückliche Erfüllung verraten. Sind Pflanzensprosslin-

1 Arnheim: S. 374.

2 Bernd Busch: S. 240.

ge durch eine Glasplatte abgedeckt, dann entfernte sie das Hindernis auf eine Art und Weise, die nicht einer Arbeit von Maschinen gleicht. Organische Prozesse zeigen diese „menschlichen“ Züge selbst auf mikroskopischer Ebene.“¹

Die Zeitdarstellung in der Architekturanimation hat eine ähnliche Situation wie dieses Beispiel, da die zeitliche Veränderungen, z. B. Schatten an einem Gebäude im Alltagsleben, nicht beweglich gesehen werden. Um dies darzustellen, wird die Zeitraffermethode benötigt. Die entsprechende Analyse wird im Kapitel sechs vertieft.

3.4 Die Rolle des Tons in der bewegten Darstellung

Heutzutage ist fast jede bewegte Vorführung begleitet von Ton. Bild und Ton können bei der bewegten Darstellung die beiden Sinneskanäle Auge und Ohr gleichzeitig beschäftigen.² Durch den Ton wird die Darstellung oft durch wichtige Informationen ergänzt. Die Beteiligung des Tons an der Darstellung hat auch eine lange Entwicklungsphase hinter sich.

Für statische Darstellung ist der Ton selten notwendig. Erstens haben die Zuschauer bei einer statischen Darstellung immer ausreichend Zeit, um sich mit den dargestellten Inhalten zu befassen und zweitens können die Ergänzungen bzw. die Erläuterungen bei statischen Darstellung auch in Schriftform mitgeteilt werden.

Bei einer bewegten Darstellung findet der Ablauf einer Szene in kurzer Zeit statt. Die Zuschauer haben häufig nicht genügend Zeit, über die Szenen nachzudenken oder die langen Erläuterungstexte zu lesen. Deshalb hat die akustische Gestaltung im Laufe der Zeit mehr und mehr an Bedeutung in der bewegten Darstellung gewonnen.

In Charlie Chaplins (britischer Filmschauspieler, 1889-1977) Stummfilmen werden die Erläuterungstexte und die wichtigsten Äußerung der Schauspieler zwischen den einzelnen Szenen eingeblendet. Die Zuschauer müssen das flüssige Sehen von Szenen zwangsläufig abbrechen, um die Texte zu lesen. Wer einen Text zufällig verpasst hat, kann eventuell der weiteren Geschichte schwierig folgen. Seit der Entwicklung der Tontechnik müssen solch hemmende visuellen Zusatzinformationen nicht mehr verwendet werden. Da Information durch das Hören i. d. R. schneller aufgenommen werden kann als durch das Lesen, können wir einer von Ton begleiteten Vorführung inhaltlich viel besser als einem Stummfilm folgen.

Auch die Musik kann bei einer abstrakten Darstellung eine positive Rolle spielen. Einerseits können wir durch die Musik die verschiedenen Darstellungsstimmungen wie z. B. ruhig, dynamisch, frohlich, traurig oder sinnlich erleben, andererseits wird die sonstige Stille während der Vorführungszeit durch Musik gut gefüllt.

¹ Arnheim: S. 384.

² Suter: S. 1.

3.5 Schlussfolgerung

Mit der Entwicklung der bewegten Darstellung wird ein neuer Darstellungshorizont für die Künstler eröffnet. Um die Bewegung gut darzustellen bzw. an den Zuschauer erfolgreich zu transferieren, benötigt der Darsteller jetzt, neben den Gestaltungskenntnissen der statischen Darstellung, noch das Wissen über den technischen und konstruktiven Aufbau der bewegten Darstellung. Zusammengefasst soll die neue Wissensstruktur in die folgenden drei Gebiete unterteilt werden:

1. Wissen über technische Funktion und Umgang mit den neuen Werkzeugen.
2. Wissen über die Wahrnehmungsgesetze der dargestellten Bewegung.
3. Wissen und Können über die qualitative Gestaltung der Szenen.

Die Darstellung von Bewegung erfordert einen derartig umfangreichen Wissensstand, dass dieser in der Zukunft immer mehr mit Hilfe von interaktive Teamarbeit bewältigt werden muss.

Bewegte Darstellung hat eine neue Darstellungswelt für die Menschheit eröffnet. Sie kann und wird aber die traditionelle Darstellungsmethode nicht ersetzen. Vielmehr hängt die qualitative Gestaltung der bewegten Darstellung mit den traditionellen Methoden eng zusammen. Der Grund hierfür ist, dass die bewegte Darstellung grundsätzlich noch auf Einzelbildern aufbaut und die Bearbeitung dieser Bilder sich nicht besonders von der traditionellen, statischen Darstellung unterscheidet. Die Qualität des einzelnen Teilbildes ist die Basis für die gesamte Darstellung.

4 Die Bedeutung der Bewegung in der Architektur

Architektur und Bewegung scheinen zunächst unverträglich. Architektur ist grundsätzlich statisch. Nicht nur aus bautechnischen, sondern auch aus psychologischen Gründen, wird zur Schaffung einer ruhigen Umgebung i. d. R. eine statische Architektur gewählt. Die unbewegliche Eigenschaft der Architektur bedeutet nicht, dass die Architektur mit Bewegung nichts zu tun hat. Das Wort „Bewegung“ wird in der Architektur oft gebraucht, denn die Architektur formt einen Raum, in dem wir uns bewegen können.

Bevor das Thema der bewegten Architekturdarstellung in den Kapiteln 5 und 6 vertieft untersucht wird, analysiert dieses Kapitel die Bedeutung der Bewegung in der Architektur und die Bewegungsarten in der Architekturpräsentation.

4.1 Die mechanische Bewegung in der Architektur

Mechanisch bewegte Gebäude gibt es wenige. Technisch gesehen ist es aufwendig, ein Gebäude oder Gebäudeteil mit einer ständigen mechanischen Bewegung zu konstruieren. Wirtschaftlich gesehen verursacht ein derartiger Bau aufgrund des ungleich höheren technischen Aufwandes weitaus höhere Kosten als der Bau eines vergleichbaren statischen Gebäudes. Im normalen Fall entspricht die mechanische Bewegung eines Gebäudes auch nicht dem sinnvollen Nutzungszweck einer Architektur, denn die Menschen erwarten grundsätzlich von einer Architektur einen ruhenden Raum, anstatt einer ständigen Bewegung ausgesetzt zu sein. Nur wenn der Mensch von einem ruhigen Raum umgeben ist, kann er sich in diesem Raum orientieren, bewegen und ihn gemäß seinen Vorstellungen nutzen. Geht diese Ruhe verloren, verliert der Mensch diesen Bezug zur eigentlichen Funktionalität des Raums.

Es hat im Laufe der Baugeschichte jedoch Gebäude mit mechanischen Bewegungen gegeben. Solche Gebäude haben jedoch entweder eine spezielle Aufgabe zu erfüllen oder waren experimentelle Produkte für innovative Architekturideen. Diese Bauweise ist aber wegen ihres aussergewöhnlich technischen Aufwands nicht sehr verbreitet.

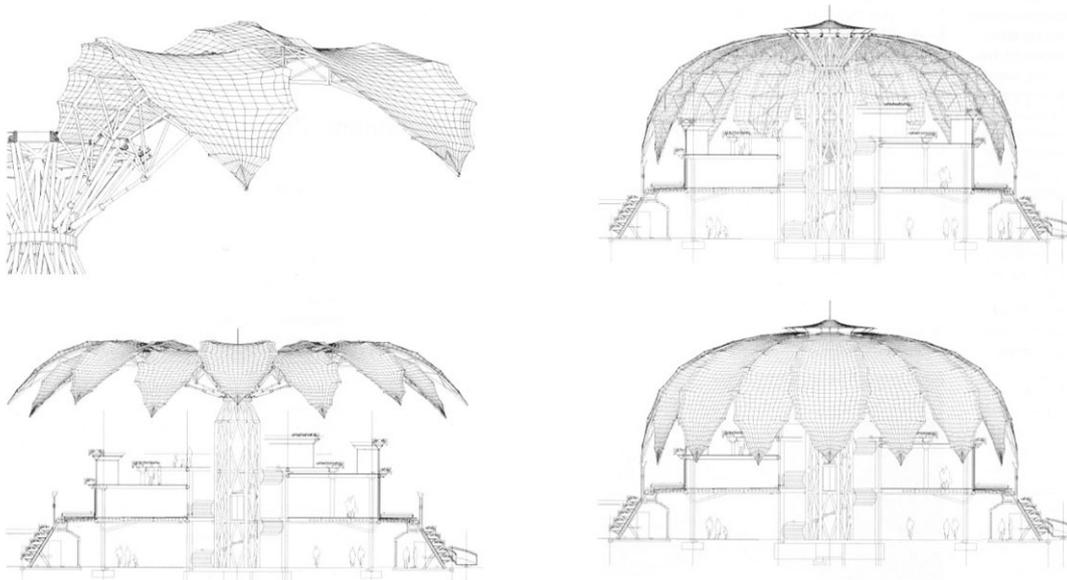
4.1.1 Bewegung als Aufmerksamkeit

Bewegung erregt Aufmerksamkeit. Dieses Wahrnehmungsgesetz bestimmt die Gestaltung der Bewegung bei Gebäuden, die eine Präsentation Aufgabe auszuführen haben. Ein Beispiel hierfür ist der Pavillon von Venezuela auf dem Gelände der EXPO 2000 in Hannover/Deutschland. Das Dach des Gebäudes besteht aus einem Ring von beweglichen Blättern. Die Blätter können sich, abhängig vom Sonnenstand und mit Hilfe eines automatisch gesteuerten Hydraulikantriebs, bei schönem Wetter öffnen und bei schlechtem Wetter wieder schließen.¹ Die auf dem EXPO-Gelände errichteten Pavillons sollen wegen ihres repräsentativen Charakters Aufmerksamkeit im Wettbewerb zu den umstehen-

¹ vgl. Pavillon Venezuela: in: Architektur mit Stahl zur Weltausstellung Expo 2000, S. 41.

den Gebäuden erregen. Unter den vielen statisch gestalteten Pavillons erfüllte die Dach-Bewegung des Venezuela-Pavillons die eye-catcher-Funktion, durch die die Besucher zum Eintritt in die Pavillons animiert wurden.

Abbildung 36 Pavillon von Venezuela, EXPO 2000, Hannover, Architekt Fruto Vivas (Caracas)



4.1.2 Die innovative Raumnutzung durch Bewegung

Durch Bewegung von Bauelementen, wie z. B. der Innen- und/oder der Aussenwand bzw. eines kompletten Bauteils, kann die Nutzung, der Eindruck und die Aussicht des Raumes variiert werden. Im folgenden werden einige Beispiele gezeigt, um die Funktion der Bewegung für die variable Raumgestaltung zu demonstrieren.

Flexible Raumaufteilung durch Bewegung

In der traditionellen Architektur wird die Raumaufteilung im Entwurf vorgegeben und bleibt danach unverändert. Mit der Entwicklung der Industrie sind verschiedene, leicht montierbare Trennwände und Trennelemente auf den Markt gekommen. Dieser technische Fortschritt hat ein weites Feld an neuen Entwurfsideen zur variablen Raumgestaltung ermöglicht. Die Raumaufteilung im Entwurf wird nicht oder nur in einem geringen Masse vorgegeben, so dass der Innenraum später je nach Bedarf spontan aufgeteilt werden kann. Diese Idee wird beispielsweise in der Gestaltung von Großraumbüros oder Mehrzweckhallen, wie u. a. Sport-/Konzerthallen, erfolgreich umgesetzt.

Diese Mischung aus Statik und Bewegung wird häufig in der Architekturpraxis ausgeführt, da die Bewegung der betroffenen Bauteile i. d. R. keine komplizierten mechanischen Antriebe benötigt. Ein aktuelles Beispiel hierfür ist das vom japanischen Architekt Shigeru Ban entworfene Wohnhaus. Das Einfamilienhaus ist eine komplette Halle. Die Zimmer sind auf Rollen gestellte, bewegliche Container und die Bewohner können die

Position der Zimmer frei nach ihren Wünschen wählen.¹ Der Architekt schreibt die Aufteilung des Innenraums nicht vor, sondern überlässt die freie Gestaltung dem Benutzer. Durch die Verknüpfung von Bewegung und statischen Räumen wird eine flexible, individuelle Raumnutzung ermöglicht.

Abbildung 37 Das Wohnhaus in Kawagoe-shi/Japan, 2001, Shigeru Ban



Drehung des Raums um eine feste Achse

Eine andere häufig umgesetzte Form der Bewegung von Gebäuden ist der sich drehende Raum. Hierbei drehen sich die Restaurant-Etage oder das gesamte Haus z. B. zur vollen Nutzung des Panoramablicks mit niedriger Geschwindigkeit permanent um das Zentrum. Solche Bauwerke werden oft auf der Basis einer zylindrischen Grundform gestaltet. Die Drehgeschwindigkeit muss so langsam sein, dass die Menschen sich drinnen wohl fühlen können. Unsere Wahrnehmung von Bewegung hat ihre Grenzen. Solange die Drehgeschwindigkeit unterhalb unserer bewussten Wahrnehmungsgrenze bleibt, empfindet unser Körper den drehenden Raum noch als ein ruhendes Umfeld. Sobald die Drehung eine

¹ vgl. Knebel: in Baumeister 4/01: S. 57.

bestimmte Geschwindigkeitsgrenze überschreitet, empfinden wir ein Unwohlsein bzw. ein Schwindelgefühl. Dieses Wahrnehmungsgesetz muss unbedingt bei der Gestaltung eines Drehraums berücksichtigt werden.

Ein Beispiel hierzu ist das Ökohaus „Heliotrop“ in Baden-Württemberg. Das Haus ist in einer zylindrischen Form gestaltet und wurde auf eine zentrale Drehachse gesetzt. Eine Hälfte der Außenfassade ist mit Wärmeschutzglas verglast, während die andere Hälfte ohne Fenster hochwärmegedämmt ist. Das Haus kann sich je nach Sonnenstellung drehen, so dass der Wohnbereich sich immer auf der Sonnenseite befindet.¹

Ausser dem Panoramablick wird hier die optimale Nutzung des Sonnenlichtes sehr gut berücksichtigt. Die Antriebe dieses Mechanismus beanspruchen natürlich sehr hohen Aufwand und Kosten, so dass ein normaler Wohnhausbesitzer sich den Bau nicht leisten kann. Aus diesem Grund gilt der bestehende Bau zur Zeit als ein experimenteller Bau, in dem die innovative Architekturidee und moderne Bautechniken umgesetzt wurden.

Abbildung 38 Das drehbare Solarhaus „Heliotrop“ in Merzhausen bei Freiburg, Architekt: Rolf Disch Freiburg, 1993-94



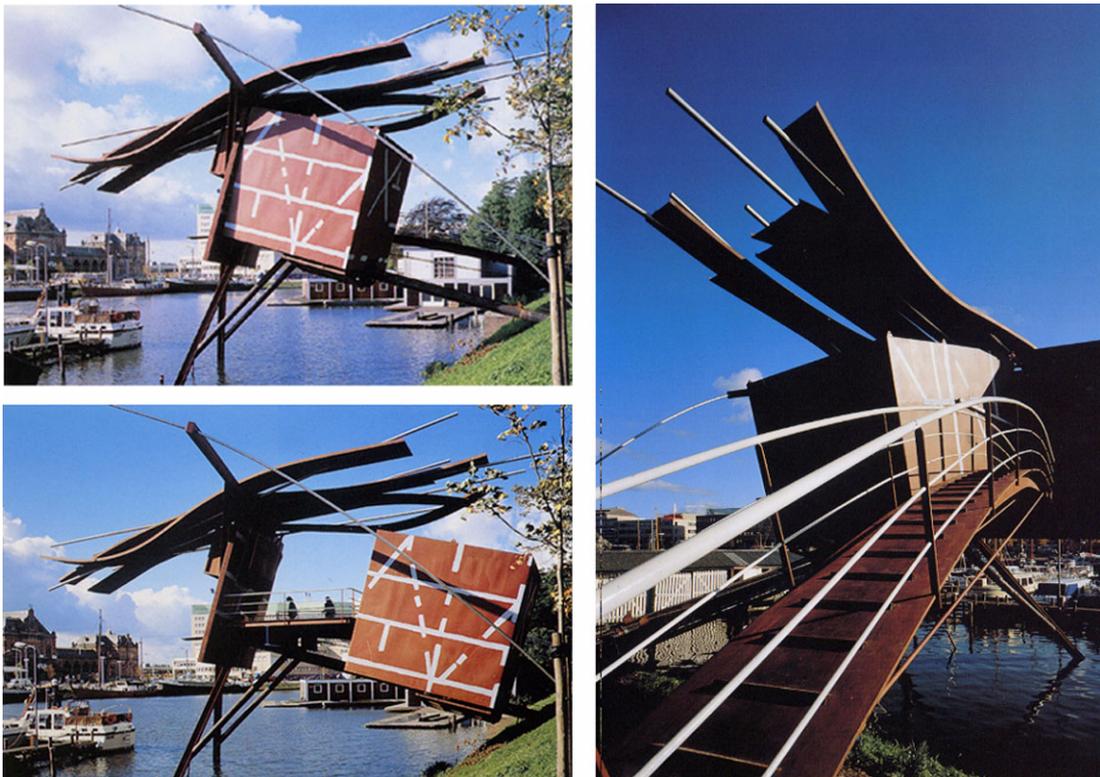
1 Informationsdienst Holz.

Variable, räumliche Eindrücke durch die Bewegung der Außenwände

Durch die Bewegung eines Bauteils kann sich der Raumeindruck drastisch verändern. Eine hier zu erwähnendes Beispiel ist der von Coop Himmelb(l)au¹ gestaltete Videopräsentationsraum (Video Clips „Folly“) in Form einer beweglichen Box für 40 Personen in Groningen. Durch die Bewegung der Außenwände kann der Video-Raum sich von einem geschlossenen zu einem offenen Raum umwandeln. Die Box kann über eine gebogene Brücke zu einer Publikumsplattform auf- und abfahren. Wenn die Box ganz an den Videoschirm gefahren wird, ergibt sich ein dunkler, abgeschlossener Raum für die Vorführung. Wenn die Box über der Brücke herunterfährt, entsteht ein Freiluftkino, welches die Wasserfläche mit in die Aussicht einbezieht.²

Um diese Bewegung zu ermöglichen, benötigt der Bau entsprechende Fahrschienen und -mechanismen. Wegen des technischen und wirtschaftlichen Aufwands werden solche Bewegungen selten im Bau umgesetzt. Video Clips Folly in Groningen gilt als einzigartiger, symbolischer Bau zur Präsentation der innovativen Idee zur beweglichen Raumgestaltung.

Abbildung 39 Video Clips Folly, Groningen, 1990, Coop Himmelb(l)au



1 Wiener Architekturbüro.

2 vgl. Informationsdienst Holz.

4.2 Die Nutzung der architektonischen freien Form zur Interpretation von Bewegung

In der Malerei werden geschwungene Linien und verzerrte Formen häufig zur Interpretation von Bewegung genutzt (Siehe Kapitel 2.3.3). Diese Methode wird in ähnlicher Weise auch in der Architektur verwendet. Der amerikanische Architekt Frank O. Gehry ist ein Baumeister, der im Laufe der Zeit viele individuell ausgereifte Architekturprojekte mit freien Formen entwickelten.

Mit einem Entwurf für ein Atelier in Malibu/Kalifornien und einem Wohnhaus (1970-1972) für seinen Künstlerfreund, Ron Davis, begann Gehry, die überraschenden Ideen für die verwirrende Beziehung zwischen Kunst und Architektur zu entwickeln. Er betrachtet die Architektur grundsätzlich als Kunst. Die Architekturgestaltung bedeutet für ihn zuerst die optische Gestaltung, die er dann mit Funktion füllt. Er probiert trapezoide Grundrisse und Aufrisse, um der Architektur ein rätselhaftes Gesicht zu verleihen.

Zu Beginn seiner Tätigkeit, während der 70iger und Anfang der 80iger Jahre, versuchte er die Bauten so zu entwerfen, dass die Gebäude sich in einem ewig unfertig aussehenden Zustand befinden. Dann experimentierte er mit Einzelteilen, die collagenhaft zu einem Gesamtobjekt zusammengestellt wurden. Die Einzelteile des Gesamtgebäudes kippte er und/oder ließ diese sich verdreht ineinander eindringen. Er nutzte in seinen frühen Phasen vorwiegend nichtrechtwinklige Formen für die Flächenelemente (z. B. Aussenwände) seiner Entwürfe und heute fast nur gekrümmte Flächen.¹

Architektur und bildende Kunst entwickeln sich nicht isoliert voneinander. Expressionismus, Kubismus und Futurismus beeinflussten die Gestaltungsideen der Architektur im Laufe der Zeit stark. Gehrys Bauten bedeuteten einen Durchbruch in der Architektursprache. Sein Gedanke zur Architektur ist mit dem Kubismus von Picasso in der Kunst zu vergleichen. Die Form der Gebäude erscheint überraschend unterschiedlich, je nach der Position des Betrachters. Der Betrachter wird nicht nur durch die außergewöhnlichen architektonischen Formen überrascht, sondern empfindet das Dynamische Architekturbild auch im städtebaulichen Kontext.

Abbildung 40 Frederick R. Weisman Museum, Frank O. Gehry 1990/1993



1 vgl. Haag: S. 125.

Gehry ist mit seinen Bauten hier nur ein Beispiel für die Architektur, die die bewegte Form besitzt. Der Ansatz, die Architektur nicht mit standard-geometrischen Körpern zu gestalten, erhält heute immer mehr Anhänger.

Bauten mit gekrümmten Flächen und verzerrten Formen haben jedoch viele Nachteile. Zum einen verursacht die freie Form Probleme in der Innenarchitektur -Raummöblierung und sonstige, feste Einbauten müssen speziell gefertigt werden- zum anderen verursachen die gekrümmten Flächen und deren Zusammenführung technische Probleme beim Bau. Anschlüsse und Dichtigkeit müssen hier mit kostenintensiven Sonderanfertigungen umgesetzt werden. Die Kostensteigerung führt zu der Konsequenz, dass Gebäude i. d. R. nicht in freien Formen entworfen werden. Die Gebäude im Stil von Gehrys Werke haben durch freie Form die Bewegung interpretiert, gehören jedoch immer noch zur statischen Architektur.

Die vorangegangene Analyse hat gezeigt, dass die Architektur aus psychologischen, finanziellen sowie bautechnischen Gründen vorwiegend statisch ist und dass die bewegte Architektur nur in besonderen Fällen zum Einsatz kommt. Wenn die meisten Gebäude statisch sind, welche Bedeutung hat dann die Bewegung in der Architektur? Diese Frage wird durch die folgende Untersuchung analysiert.

4.3 Das bewegliche Erlebnis der Architektur

Die Architektur definiert einen Raum, in dem wir uns frei bewegen können. Der umgebende Raum soll uns die Ruhe geben, so dass wir uns in diesem Raum orientieren und über unsere nächste Bewegung entscheiden können. Ein ruhig gestalteter Raum ist die Voraussetzung für eine zielgerichtete Körperbewegung im Raum.

Falls der umgebende Raum sich ständig um die Person herum bewegt, verliert sie die innere Ruhe bzw. fühlt sich verwirrt. Aus diesem Grund bewegen sich die Drehrestaurants nur mit einer mäßigen Drehgeschwindigkeit, um das Ruheempfinden der Gäste nicht zu zerstören (Siehe Kapitel 4.1.2, Drehung des Raums um eine feste Achse). Trotz des langsamen Drehens haben die Gäste manchmal jedoch Schwierigkeiten, den eigenen Tisch nach einer kurzen Abwesenheit wieder zu finden. Die WCs und der Büfett-Tisch befinden sich i. d. R. im Kern und sind damit unbeweglich angeordnet. Der Esstisch hat sich jedoch nach einer kurzen Abwesenheit „wegbewegt“ und befindet sich an einer anderen Stelle. Der Mensch muss sich dann im Raum neu orientieren.

In dem Verhältnis Raum/Mensch ist der Mensch der Entscheider. Der Mensch entscheidet die Ereignisse im Raum und nicht der Raum für den Menschen. Ziel der Gestaltung eines Raumes liegt in einer Anpassung an unsere Bedürfnisse und Gewohnheiten. Das menschliche Bedürfnis nach Ruhe ist der wichtigste Grund, warum der architektonische Raum nicht beweglich gestaltet werden sollte.

Die Qualität des räumlichen Erlebnisses hängt unmittelbar mit der Raumgestaltung zusammen. Um einen Raum mit guten Erlebnismöglichkeiten zu gestalten, benötigen die Architekten ausreichende Kenntnisse und Erfahrungen über den Vorgang der räumlichen

Wahrnehmung. Die räumliche Wahrnehmung ist zwar ein gemeinsamer Arbeitsvorgang aller Sinnesorgane, jedoch spielt die visuelle Wahrnehmung in den meisten Situationen die wichtigste Rolle.

Die Wahrnehmung des Raums und der Architektur kann mit oder ohne Bewegung geschehen. Die Zeit ist bei der Wahrnehmung immer vorhanden. Wenn wir ein Gebäude betrachten, sehen wir nicht nur die Struktur des Raums, sondern auch die atmosphärischen Veränderungen unter dem Einfluss der sich verändernden Umgebungsfaktoren wie z. B. dem Licht.

Insgesamt können die Erlebnisse einer Architektur nach den unterschiedlichen Wahrnehmungsformen in zwei Formen unterteilt werden:

1. Erlebnis des Raums
2. Erlebnis der Atmosphäre

Ein Erlebnis im Raum kann i. d. R. in einer absehbaren Zeit abgeschlossen werden. Es kann durch Begehung der Räume geschehen, kann aber auch durch Betrachtung von einem festen Standort aus erfolgen. Ein Erlebnis der Atmosphäre hängt oft mit dem Zeitablauf, der Dauer und der Tageszeit, zusammen, da die Veränderungen der Umgebungsfaktoren wie z. B. Licht und Schatten nur über eine längere Zeitdauer passieren.

Die Erlebnisse des Raums und der Atmosphäre können gleichzeitig geschehen, obwohl während der Betrachtung oft nur ein Erlebnis der aktuelle Schwerpunkt ist. Die sich hier bewegenden Faktoren sind die Betrachter und die Umgebungsfaktoren, während die Architektur sich selbst kontinuierlich in einem statischen Zustand befindet.

4.3.1 Das Erlebnis und die Wahrnehmung des Raums

Nach Meinung des ägyptischen Architekturforschers Sadek Saad, bietet die Architektur zwei Möglichkeiten, die bewegliche Wahrnehmung visuell zu erleben:¹

1. Die Raumbetrachtung von einem festen Standort.
2. Die Raumbetrachtung durch Begehung des Raums.

Die räumliche Wahrnehmung beinhaltet verschiedene Erlebnisse, wie z. B.:

1. Geometrische Formen des Raums sowie dessen Höhe, Weite und Tiefe;
2. Verwendete Farben und deren Wechselwirkungen;
3. Belichtungen und Schatten mit deren Wechselwirkungen;
4. Soziale Funktionen, wie öffentliche, private und mischfunktionale;
5. Emotionale Stimmungen wie u. a. Fröhlichkeit/Traurigkeit, Seriosität/Amüsement durch Vermittlung von Atmosphären wie beispielsweise bizarr/klassisch, robust/elegant;

¹ vgl. Saad: S. 82.

6. Zusammenführung und Abtrennung mehrerer Räume.

Sadek Saad schrieb in seiner Dissertation wie folgt:

„Die Nebeneinanderstellung von Räumen oder Formen bewirkt zusammen mit der Bewegung des Betrachters ein Aufeinanderfolgen von Erfahrungen, die die Wahrnehmung des Menschen stark beeinflussen.“¹

Um seine Theorie besser zu verdeutlichen, hat Sadek Saad noch ein Zitat des amerikanischen Architekturtheoretikers Kevin Lynch benutzt:

„Hierzu gehören simple „eins-nach-dem-anderen-Verknüpfungen“, bei denen Elemente in einfacher Weise mit den beiden Elementen vor und hinter ihm verbunden sind. ... Wir müssen die Theorie der Formen, die in zeitlicher Abfolge wahrgenommen werden, ebenso frisch überdenken wie die gestalterischen Urbilder, die melodische Reihen von Bildelementen oder geformte Abfolgen von Raum, Textur, Bewegung, Licht- oder Schattenzonen enthalten.“²

Die Raumbetrachtung von einem festen Standpunkt

Von einem festen Standort aus können wir nicht nur die Struktur des vorhandenen Raums beobachten, sondern auch die Räume außerhalb des vorhandenen Raums. Durch die Erschließungsbauteile wie z. B. Tür, Flur und Treppe können wir die Verbindung zu weiteren Räumen erkennen. Fenster, Balkone und Terrassen bieten uns die Möglichkeit, den Aussenraum zu betrachten.

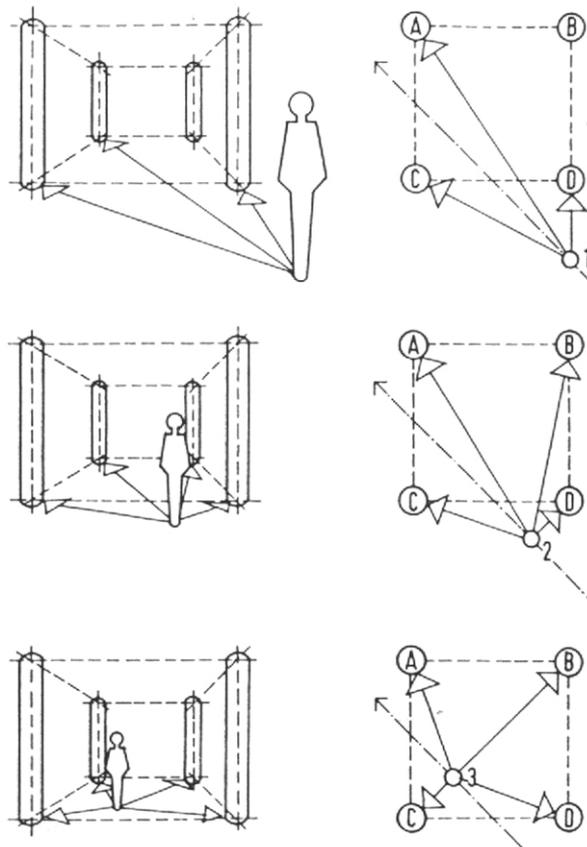
Die Veränderung des Standorts verursacht eine Veränderung der räumlichen Wahrnehmung und das Aussehen des Raums verändert sich. Hierbei ist der Blickwinkel entscheidend. Es ist unmöglich, einen Raum von einem einzigen Standort aus zu beschreiben. Ein vollkommenes Raumerlebnis kann nur durch eine Begehung des Raumes erzeugt werden.

1 Saad: S. 82.

2 Lynch: S.128.

Die folgende Abbildung aus Saads Dissertation zeigt die Veränderung des Betrachtungs-ortes und der daraus resultierenden, unterschiedlichen Ergebnisse der räumlichen Wahrnehmung.

Abbildung 41 Wahrnehmung von Raum in Bezug auf den Standort des Betrachters



Die Raumbetrachtung durch Begehung des Raums

Durch die Begehung des Raums kann dessen visuelle Wahrnehmung sich deutlich erweitern. Durch die eigene Körperbewegung erleben wir die vielfältige Veränderung von Raumstruktur, Atmosphäre, Funktionalität usw.. Erst durch unsere eigene Bewegung nehmen wir die Dynamik des Raums wahr.

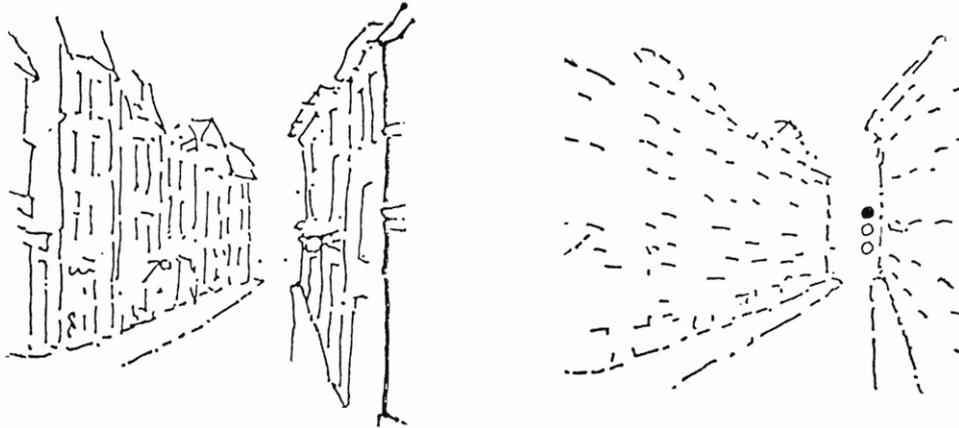
Die Qualität der bewegten Wahrnehmung ist je nach Bewegungsgeschwindigkeit unterschiedlich. Ein Autofahrer hat einen ganz anderen Wahrnehmungseindruck im städtischen Raum als ein Fußgänger. Je schneller man sich vorwärts bewegt, desto weniger werden Details wahrgenommen und räumlich getrennte Elemente werden in verbundener Weise gesehen.¹

Für einen Autofahrer beispielsweise ist die Struktur der Fassade des einzelnen Hauses nicht mehr zu erkennen, das Gesamtbild des vorbeiziehenden Stadtviertels kann er jedoch wahrnehmen. Der Fußgänger gewinnt durch seine langsame Geschwindigkeit einen an-

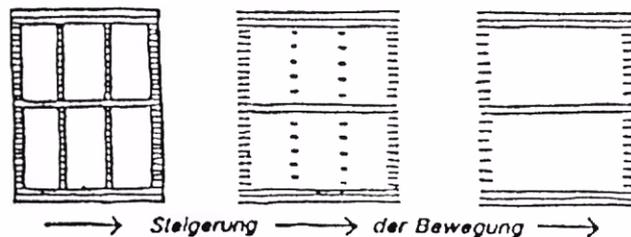
¹ vgl. Spengemann: S. 23.

deren Eindruck, nämlich die genaue Beobachtung der Details des einzelnen Hauses. In der folgenden Abbildung werden diese zwei Wahrnehmungsergebnisse parallel dargestellt, wobei die Wahrnehmung des Fußgängers (linkes Bild) viel konkreter als die des Autofahrers erfolgt.¹

Abbildung 42 Wahrnehmungsqualität bei unterschiedlicher Betrachtungsgeschwindigkeit



Hauswände werden bei zunehmender Fahrgeschwindigkeit visuell auf überwiegend horizontal gezackte Strichfolgen reduziert.



Ab 50 bis 55 km/Std. sind senkrechte Fenstersprossen im Abstand von 5 bis 7 Metern, ohne Blickfixierung nicht mehr erkennbar

Bewegung zu verstehen ist eine Frage des Mehr oder Weniger. Im Gegensatz zur eigenen Bewegung können wir auch im Konjunktiv sagen, dass der Raum sich um uns bewegen würde. So entstand auch die fachliche Diskussion über das Thema der fließenden Räume. Tatsächlich kann der Raum weder fließen, noch fliegen. Alle Emotionen von Bewegung in der Architektur entstehen durch unsere Wahrnehmung.

Die Eigenschaft der bewegten Wahrnehmung verursacht das menschliche Bedürfnis nach einer vielfältigen Raumstruktur. Denn nur wenn ein Mensch mit seiner Wahrnehmung im Raum zufrieden ist, und Interesse für das weitere Erlebnis dort entwickeln kann, ist die Raumgestaltung gelungen. Dies ist gleichfalls Messlatte für einen gelungenen Entwurf.

¹ vgl. Spengemann: S. 23.

4.3.2 Die Wahrnehmung der architektonischen Atmosphäre-Veränderung

Die Wahrnehmung des Betrachters einer Architektur ist nicht nur von der Ortsveränderung abhängig, sondern auch von der zeitlichen Entwicklung. Im Laufe der Zeit kann sich die Atmosphäre einer Architektur verändern. In relativ kurzen Zeitabständen kann ein Gebäude, je nach der Veränderung von Licht und Schatten, unterschiedlich aussehen. Der Saisonwechsel und die städtebaulichen Veränderungen können die Wirkung der Architektur stark beeinflussen. Die zeitbedingte Veränderung der Architektur ist uns bekannt, die entsprechende Bewegung wird aber i. d. R. von unserem Auge nicht direkt wahrgenommen. Der Grund hierfür ist, dass diese Veränderung sich viel langsamer, unterhalb unserer Wahrnehmungsschwelle, fortsetzt. Diese Phänomene kennen wir von dem Wachstum eines Lebewesens wie z. B. eines Baumes her. Unser Sehen ist instinktiv uninteressiert an solch langsamen Bewegungen. Für eine ausführliche Präsentation der Gestaltungsidee ist das Sehen des sich langsamen verändernden, architektonischen Bildes jedoch interessant.

Die zeitbedingte Veränderung des Architekturbildes belebt den statischen Körper und macht das Gebäude interessant. Ein guter Entwurf soll mögliche Auswirkungen der umgebenden, variablen Faktoren einbeziehen. Form und Funktion eines Gebäudes werden durch den Entwurf bestimmt, erst nach dem Bau kann das Gebäude sich mit Leben füllen. Die Umgebung ist die Energiequelle des Gebäudes, damit es sich fortlaufend verändern und „bewegen“ kann. Diese gestalterischen Gedanken können mit einer durchdachten Architekturdarstellung visualisiert werden.

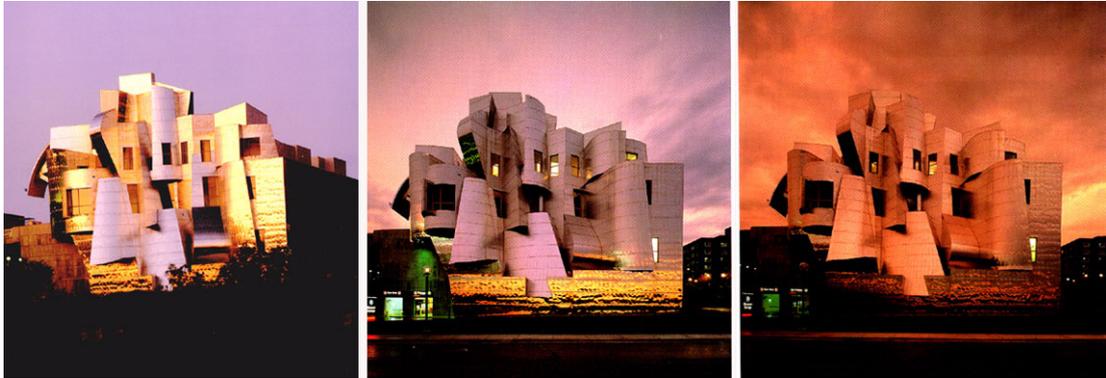
Faktoren, die das Aussehen der Architektur dynamisch beeinflussen können, sind:

1. Veränderung des Sonnenlichts und den daraus folgenden Schatteneffekten
2. Veränderung der umgebenden Landschaft
3. Veränderung von Klima, Tages- und Jahreszeit
4. Menschen, Menschenmassen und deren Aktivität
5. Bauliche Veränderung in der unmittelbaren Umgebung
6. Nutzungsveränderungen

Die folgenden Fotografien vom Weisman Museum (Architekt: Frank O. Gehry) wurden von einem festen Betrachtungsort aus, zu unterschiedlichen Tageszeiten, aufgenommen. Dasselbe Gebäude verändert sein Aussehen nach der Tageszeit. Werden die statischen

Aufnahmen nebeneinander gelegt, wird die dynamische Veränderung der Architektur deutlich. Bei einer Architekturanimation kann diese Veränderung flüssig dargestellt werden.

Abbildung 43 Frederick R. Weisman Museum, 1990/1993, Frank O. Gehry



Die folgende Aufnahme eines schweizerischen Wohnhauses¹ zeigt die sich bewegende Atmosphäre, die tagtäglich, jedoch i. d. R. unbewusst, vom Betrachter wahrgenommen wird. Das Licht, die Vegetation, das Wetter, die Menschen und die Landschaft, alle Bewegungen dieser Faktoren können die Erscheinung der Architektur beeinflussen und machen diese erst interessant und spannend.

Animation 3 Die Bewegung der Umgebungsfaktoren eines Schweizer Wohnhauses

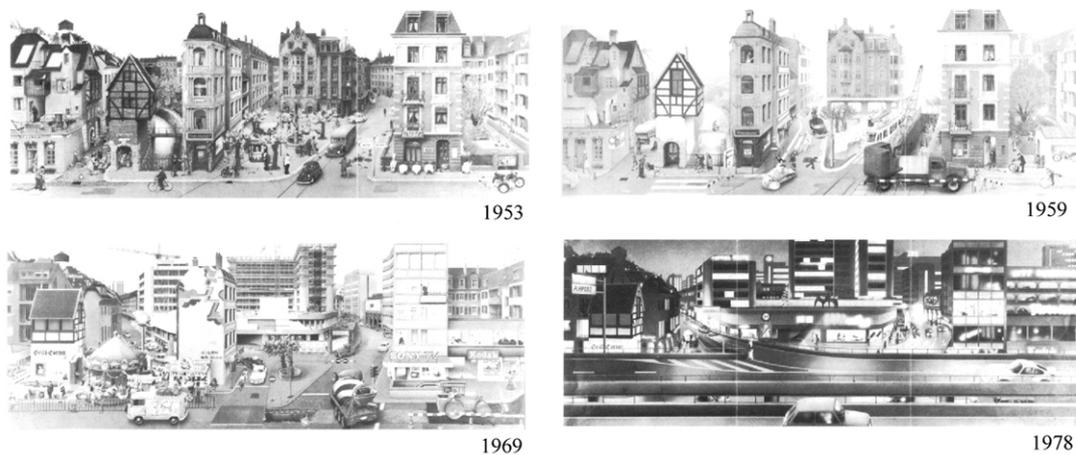


Wenn die städtebauliche Umgebung in die Betrachtung mit einbezogen wird, können wir die Veränderung des einzelnen Architekturbildes noch deutlicher sehen.

1 Siehe Datei „Animation3.swf“, „Animation3.gif“ oder „Animation3.mov“ auf beigelegte CD.

Die folgenden Bilder halten die städtebauliche Entwicklung eines Stadtteils über mehrere Jahrzehnte fest. Im Laufe der Zeit verliert der Stadtteil sein ursprüngliches Aussehen und verändert ständig sein Gesicht.

Abbildung 44 Die Veränderung der Stadt Aarau im Jahre 1953, 1959, 1969, 1978



In diesem Beispiel kann nicht mehr über „ein Leben“ der Stadt gesprochen werden, da die städtische Veränderung mit dem Verschwinden der alten Architektur einhergeht. Die Stadt gewinnt ein anderes, ein neues Leben, auf Kosten der ursprünglichen Architektur.

Ein oder zwei Gebäude wurden in der städtebaulichen Entwicklung von Aarau doch erhalten, jedoch wirken sie im sich veränderten städtischen Umfeld ganz anders. In der frühen Zeit sind diese Gebäude ein integrierter Teil einer alten Stadt mit ländlichem Charakter gewesen. Später gehen diese Gebäude im modernen, vom Autoverkehr dominierten, Stadtteil unter.

Im städtebaulichen Zusammenhang spielt nicht nur die Zeit für die Veränderung eine Rolle, sondern auch die Entwicklung der Geschichte. Die geschichtliche Entwicklung beinhaltet u. a. die Veränderung der Sozialverhältnisse, die Verdichtung des Verkehrs sowie die Modernisierung der Technologie. Alle diese Veränderungen verleihen der Architektur eine vertiefende Bedeutung von „Bewegung“ im historischen Zusammenhang.

4.4 Ausblick zu Aufgaben der bewegten Architekturdarstellung

Da die Architektur i. d. R. unbeweglich ist, dient die bewegte Architekturdarstellung sicherlich nicht der Darstellung der mechanischen Bewegung von Gebäuden oder Gebäudeteilen. Die Architekturdarstellung soll ein gutes Wahrnehmungsergebnis der Architektur simulieren. Die hier zu simulierenden architektonischen Wahrnehmungen liegen in den Bereichen des räumlichen bzw. des atmosphärischen Erlebens und sind die Ziele der Darstellung von Bewegung in der Architektur. Die Qualität der o. g. Erlebnisse kann vom Betrachter direkt beurteilt werden und hat somit erheblichen Einfluss auf den qualitativen Gesamteindruck einer architektonischen Präsentation. Vor dem Entwick-

lungsschritt der Animation wurden bewegte architektonische Wahrnehmungen mittels statischer Zeichnungen dargestellt. In der im nächsten Kapitel vertiefenden Untersuchung der bewegten Architekturdarstellung werden die Bewegungsdarstellungen in den statischen Architekturzeichnungen analysiert. Ziel dabei ist es die bestehenden Funktionen der statischen Zeichnung im Bezug zur Bewegungsdarstellung zu resümieren und deren zukünftige Stellung festzulegen.

Räumliche und zeitliche Wahrnehmungen geschehen in der Wirklichkeit immer gleichzeitig, wobei eine von beiden in bestimmten Situationen deutlicher in den Vordergrund rückt. Da eine statische Zeichnung keine Zeit beinhaltet, gewinnt die Darstellung des Raumes mehr an Bedeutung. Die dargestellte Atmosphäre ist oft nur ein repräsentativer Ausschnitt des wirklichen Wahrnehmungserlebnisses.

Die Vereinigung der räumlichen und der zeitlichen Erlebnisse in der Architektur wurde erst durch die Animation möglich. Hieraus stellt sich aber die Frage, ob dieser Schritt die statische Zeichnung ersetzt oder ob die bewegte Darstellung auch ihre Probleme und Schwächen hat. Werden die statische und die bewegte Darstellung in Zukunft miteinander existieren, konkurrieren oder sich gegenseitig ergänzen? Diese Fragen werden in den nächsten zwei Kapiteln vertieft untersucht.

5 Darstellung der Bewegung in der statischen Architekturdarstellung

In der Untersuchung des letzten Kapitels wurde das Verhältnis zwischen Bewegung und Architektur verdeutlicht. Aufgrund der statischen Eigenschaft der Architektur findet die Bewegung in der Architektur in Bereichen der räumlichen und der, zeitlich abhängigen, atmosphärischen Wahrnehmung statt. Hieraus resultieren die zwei wichtigsten Ziele der Darstellung von Bewegung in der Architektur. Parallel zu den Versuchen der Darstellung von Bewegung in den statischen Zeichnungen und der Malerei (Siehe Kapitel 2) gibt es ähnliche Versuche in der Architektur.

5.1 Ein Überblick ueber die statischen Architekturzeichnungen

Architekturzeichnungen können nach ihrer Projektionseigenschaft wie folgt gegliedert werden:

1. Grundriss und Schnitt

Der Grundriss ist die Draufsicht auf den unteren Teil eines waagrecht geschnittenen Bauobjektes.¹

Der Schnitt ist die Abbildung eines senkrecht geschnittenen Bauprofils.

2. Ansicht und Draufsicht

Die Ansicht ist die massstäbliche Abbildung eines Bauobjektes auf einer vertikalen Bildtafel in orthogonaler Parallelprojektion.²

Die Draufsicht des Bauobjektes ist die massstäbliche Abbildung einer horizontalen Bildtafel in orthogonaler Parallelprojektion. Die Bildtafel wird unterhalb des Darzustellenden gewählt, die Projektionsrichtung ist von oben nach unten.³

3. Axonometrie, Schnitt-Axonometrie und Explosionsaxonometrie

Die Axonometrie ist ein in der Architektur angewandtes räumliches Darstellungsverfahren, bei dem ein räumliches Objekt (z. B. ein Haus) zusammen mit einem rechtwinkligen räumlichen Achsenkreuz parallel auf eine Bildtafel projiziert wird.⁴

Schnitt-Axonometrie ist die Axonometrie, in der ein geschnittenes Profil gezeigt wird. In einer Schnitt-Axonometrie kann der Innenraum sichtbar dargestellt werden.

Explosionsaxonometrie ist eine analytische Darstellung der zusammenhängenden, aber in mehrere Schnitt-Axonometrien dargestellten, Bauteile.

4. Perspektive und Schnittperspektive

Die Perspektive entsteht durch eine Zentralprojektion: Das abzubildende Objekt wird von einem festen Punkt, dem Projektionszentrum oder Augpunkt, durch Projektionsstrahlen auf die Bildebene projiziert.⁵

1 Hirche: S.11.

2 Hirche: S.11.

3 Hirche: S.10.

4 Hirche: S.14.

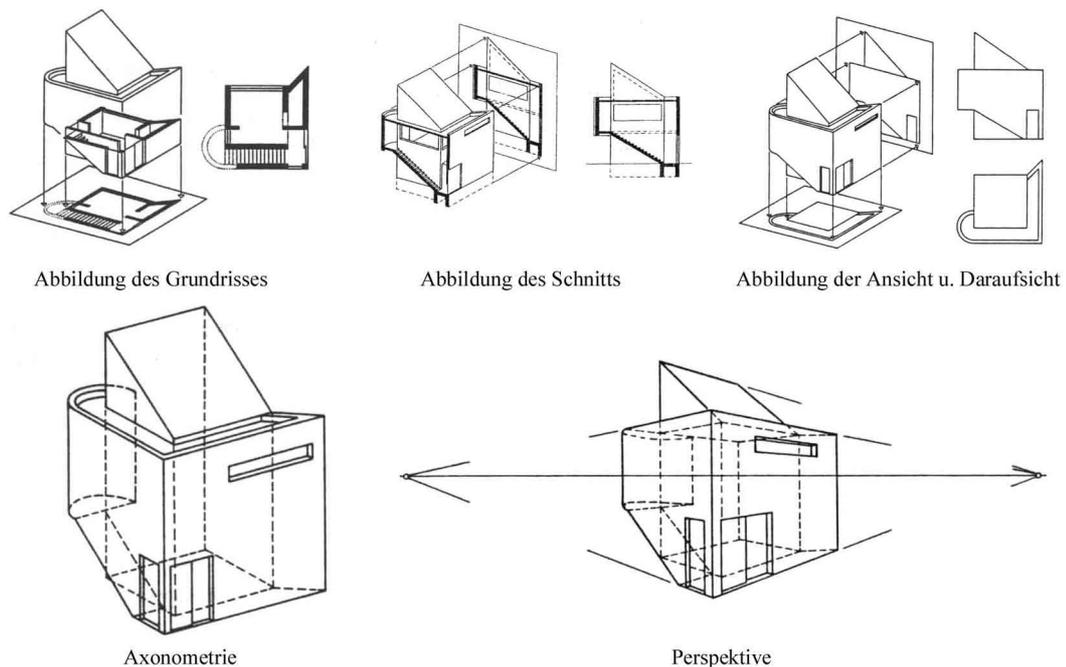
5 Hirche: S.16.

In der Schnitt-Perspektive wird ein geschnittenes Profil gezeigt. Hierdurch kann der Innenraum gut veranschaulicht werden. Im Vergleich mit der Schnitt-Axonometrie wirkt die Schnitt-Perspektive viel anschaulicher.

Alle dieser Zeichnungen können durch Ergänzung mit Umgebungsfaktoren wie z. B. Möbel, Menschen, Bäume und Schatten vertieft grafisch bearbeitet werden.

Die folgende Abbildung zeigt die Arten der Architekturzeichnung, die das DIN-Haus gem. DIN 1356, Teil 1 zeichnerisch beschreiben. Die zeichnerisch vollständige Beschreibung eines Hauses kann durch eine Kombination dieser Zeichnungen erreicht werden.

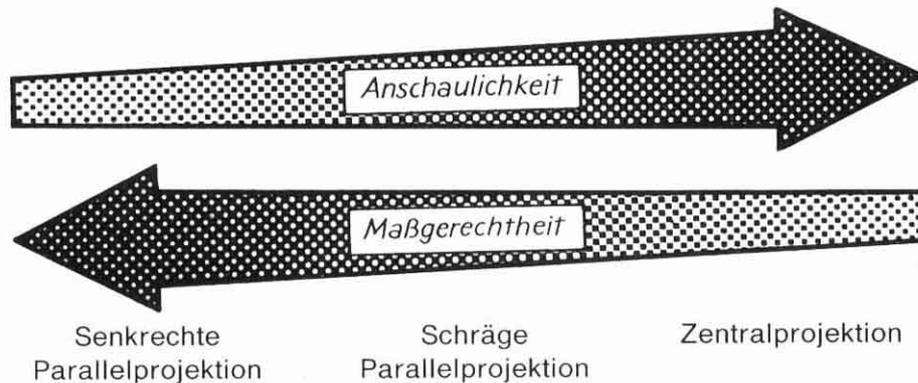
Abbildung 45 Architekturzeichnungen am Beispiel das DIN-Haus



Anschaulichkeit und Massgerechtigkeit können oft nicht in einer Zeichnung gleichzeitig erreicht werden. Die Anschaulichkeit des Bildes ist am grössten bei der Zentralprojektion (perspektivische Darstellung), wobei die Massgerechtigkeit jedoch am geringsten ist. Andererseits besitzt die senkrechte Parallelprojektion (Risszeichnung), die grösste Massge-

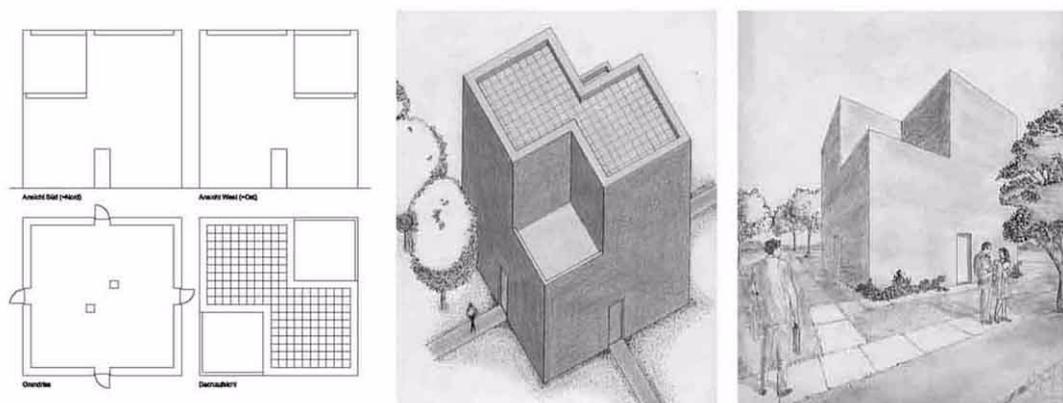
rechtigkeit, aber eine sehr geringe Anschaulichkeit. Eine Zwischenlösung ist die schräge Parallelprojektion. Die Auswahl der jeweiligen Projektionsart richtet sich nach dem Darstellungszweck.¹

Abbildung 46 Anschaulichkeit und Maßgerechtigkeit der Zeichnung



Das oben dargestellte Schema kann an den folgenden drei Darstellungen des vom deutschen Künstler, Erwin Heerich entworfenen Turm auf der Museumsinsel in Hombroich (1994) deutlich gemacht werden. Die Zeichnungen wurden als Übungsaufgabe im Fach „Technische Darstellung“² von Studenten gefertigt. In der linken Zeichnung mit Grundriss, Draufsicht und Ansichten wird zwar die maßgerechte Information des Gebäudes übermittelt, jedoch wird das räumliche Aussehen des Hauses nicht verbildlicht. Die rechte perspektive Zeichnung liefert zwar einen fotorealistischen Eindruck des Hauses, kann aber den konstruktiven Aufbau des Hauses nicht vollständig ausdrücken. Die in der Mitte abgebildete Axonometrie zeigt nicht nur den gesamten dreidimensionalen Körper, sondern auch die Atmosphäre mit Hilfe von Bäumen und Menschen als grafische Ergänzungen. Die atmosphärische Darstellung in der Axonometrie ist jedoch sehr abstrakt und hat dadurch nicht die gleiche, beeindruckende Wirkung wie die der Perspektive.

Abbildung 47 Der Turm auf der Museumsinsel in Hombroich, Erwin Heerich 1994, dargestellt in Risszeichnungen, Axonometrie und Perspektive



¹ vgl. Barner/Flohr: S. 5.

² „Technische Darstellung“ ist das Grundstudiumsfach im Fachbereich Architektur an der Universität Hannover. Die Ausführung der Vorlesung und die Übung wird geleitet vom Herrn Prof. Dr. -Ing. Schmid-Kirsch; assistiert von Dipl. Feng Lu-Pagenkopf.

In der Architektur werden die drei Merkmale künstlerische, kommerzielle und konstruktive Darstellung vereinigt. Um die Entwurfsidee konstruktiv zu beschreiben, benötigt man die Risszeichnungen und Axonometrie. Um das Projekt attraktiv zu präsentieren bzw. zu vertreiben, ist der Einsatz künstlerischer Fähigkeiten notwendig.

Mit Einschränkungen beinhaltet die statische Zeichnung schon den Vorgang der Bewegung, da die architektonische Darstellung auf ein räumliches Verständnis zielt. Der Vorgang des räumlichen Erlebens setzt jedoch die Bewegung im Raum voraus. Die statische Architekturzeichnung ist aus diesem Grunde auch nur eine Momentaufnahme der sich bewegenden Wahrnehmung. Eine atmosphärische Dynamik kann nur mittels der Darstellung von Umgebungsfaktoren erzeugt werden.

5.2 Darstellung des räumlichen Erlebnisses

5.2.1 Räumliche Wahrnehmung durch Schnittzeichnung

Die in diesem Unterkapitel behandelten Schnittzeichnungen beinhalten ein oder mehrere Schnittprofile. Im Detail sind dies der Grundriss, der Schnitt, die Schnittaxonometrie, die Schnittperspektive und die Explosionszeichnung. Die Explosionszeichnung wird aufgrund ihres analytischen Charakters häufiger in der Axonometrie als in der Perspektive gezeichnet.

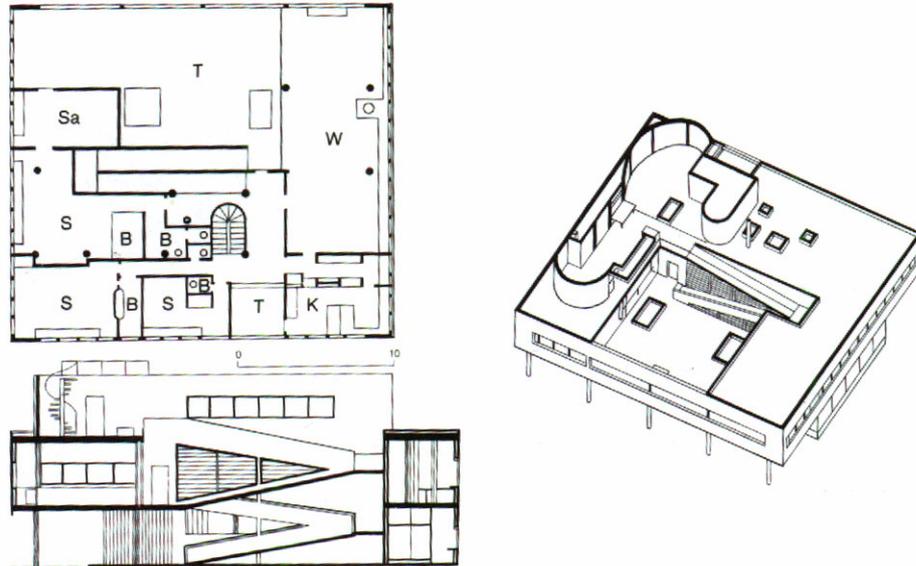
Ein großer Teil der Architekturdarstellung besteht aus Schnittzeichnungen, da hiermit Struktur, Funktion und Konstruktion des architektonischen Raums verdeutlicht werden können. Eine Schnittzeichnung entsteht durch die Bewegung des Schnittes, der durch ein Gebäude geführt wird. Der Vorteil dieses Schnitt-Vorgangs liegt darin, dass die Profilkonstruktion und die Raumstruktur sowohl in horizontaler (Grundriss) als auch in vertikaler Richtung (Schnitt) offen gezeigt werden können.

Etagengrundrisse sind horizontale Schnittprofile, welche i. d. R. in einer Höhe von einem Meter über dem Fußboden mit einer nach unten gerichteten Blickrichtung verlaufen. Die Schnittlinie und die Blickrichtung einer vertikalen Schnittzeichnung werden in dem entsprechenden Grundriss angegeben. Der vertikale Schnitt wird oft bei Profilstellen mit einer oder mehreren komplexen Konstruktionen, wie z. B. einer Treppe, gewählt.

Ein geschnittener Raum kann sowohl in einer zweidimensionalen als auch in einer dreidimensionalen Zeichnung dargestellt werden. Zweidimensionale Profilzeichnungen sind Grundrisse und Schnitte, welche zwar massgerecht, aber wenig anschaulich sind. Die dreidimensionalen Schnittzeichnungen, Schnittaxonometrie, Schnittperspektive und Explosionszeichnung, veranschaulichen nicht nur die Baukonstruktion, sondern auch die Struktur der Innenräume in horizontaler bzw. vertikaler Richtung.

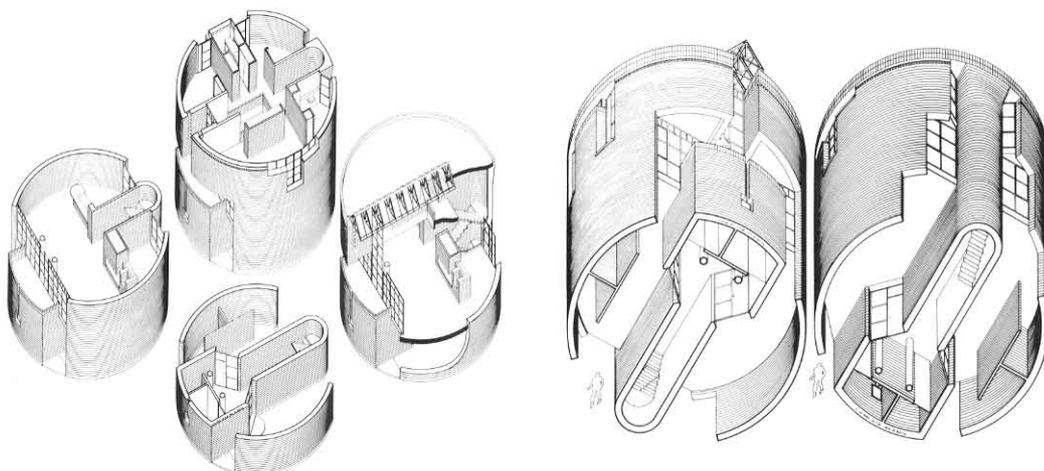
Die folgende Abbildung stammt aus dem Entwurf „Villa Savoye in Poissy“, des schweiz-französischen Architekten Le Corbusiers (1887-1965). Die Funktion der Räume wird durch den Grundriss und den Schnitt verdeutlicht, die räumliche Struktur durch die Schnittaxonomie.

Abbildung 48 Grundriss, Schnitt und Schnittaxonomie, Villa Savoye, 1929-31, Le Corbusier



Das nächste Beispiel stammt aus dem Entwurf „Casa Rotonda in Stabio“, des Schweizer Architekten Mario Bottas (geb. 1943). Das Gebäude wurde an unterschiedlichen Stellen geschnitten, so dass die Innenräume aus verschiedenen Blickrichtungen betrachtet werden können. In diesen Abbildungen verbergen sich viele Schritte von Bewegungen, welche eine vielfältige räumliche Wahrnehmung ermöglichen. Hiermit erreichen die statischen Zeichnungen allein, ganz ohne die Hilfe einer Computeranimation, das Ziel der bewegten Betrachtung eines Hauses.

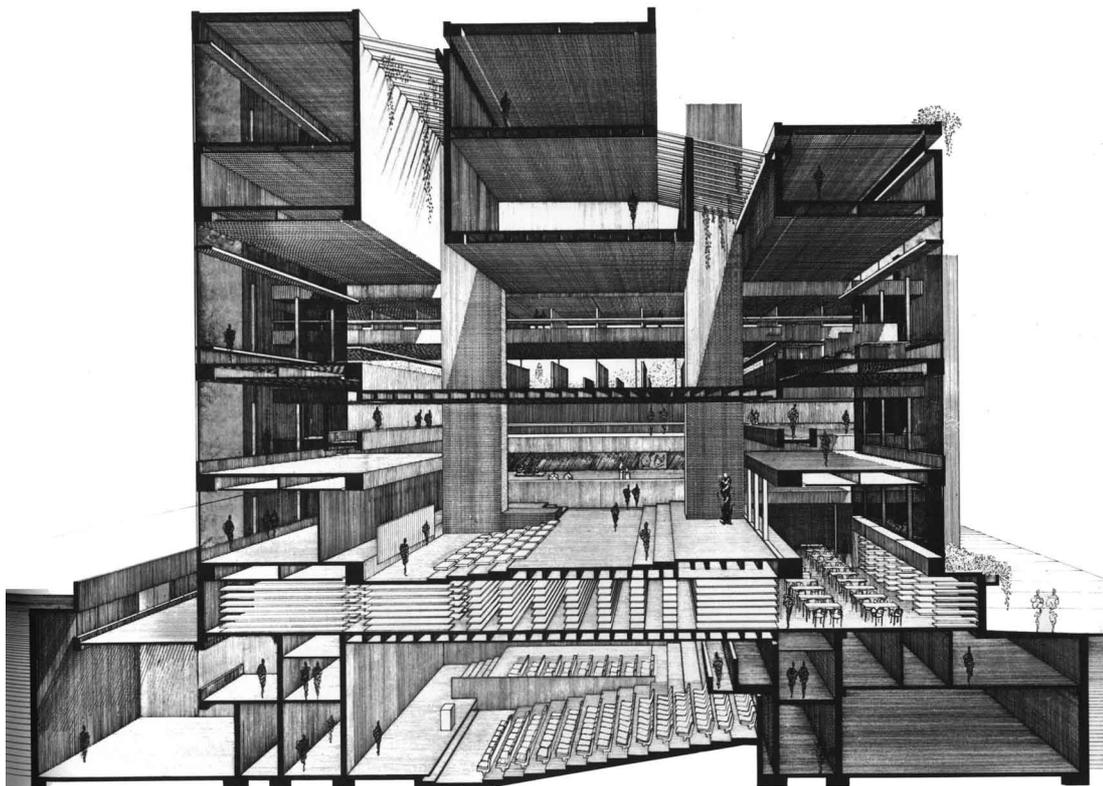
Abbildung 49 Casa Rotonda, Stabio, 1980-82, Mario Botta



Das gleiche Verfahren zur Veranschaulichung findet auch in der Schnittperspektive statt. Die perspektivische Darstellung verdeutlicht nicht nur das Raumverhältnis im horizontalen und vertikalen Zusammenhang, sondern veranschaulicht auch die Zeichnung und kann, bei geschicktem Einsatz, den Zuschauer wirkungsvoller als andere Schnittzeichnungen ansprechen.

Das folgende Beispiel ist das, von Paul Rudolph im Jahre 1958 gezeichnete, Architekturgebäude der Universität Yale in USA. Der Schnitt in der Zeichnung ist so optimal gewählt, dass die Höhendifferenz der Räume ebenso klar und anschaulich gezeigt werden, wie die Struktur von Halle, Flur und Keller. In der Zeit vor den 90er Jahren kam der Einsatz von Computern für Architekturdarstellungen in den meisten Architekturbüros sowohl aus technischer Sicht, als auch aus finanziellen Überlegungen nicht in Frage. Darum waren die oben genannten Verfahren populär und wurden hoch geschätzt. Da aber diese Verfahren hohe Ansprüche an das Können des Darstellers haben und einen nicht unerheblichen Zeitaufwand benötigen, nahm deren Einsatz mit der kontinuierlich steigenden Verbreitung von Computern im Architekturalltag stetig ab.

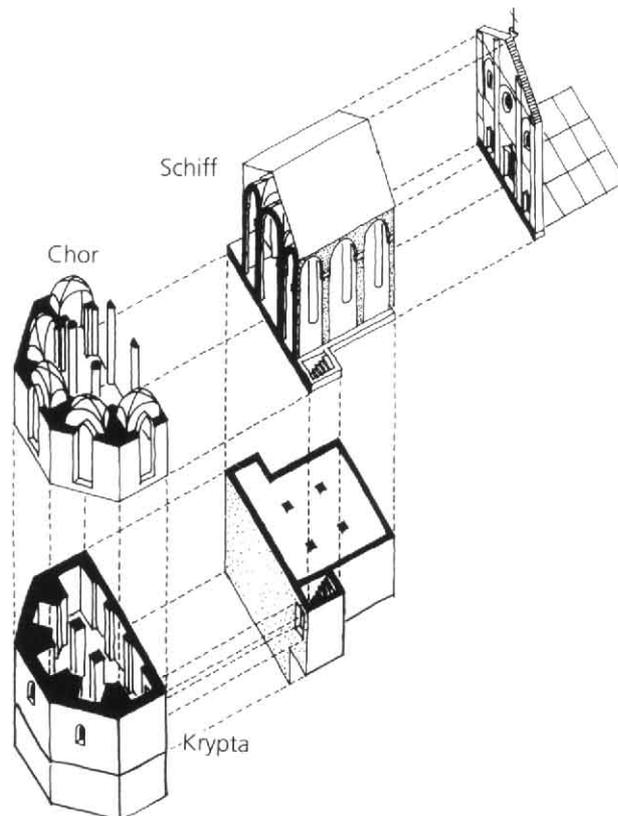
Abbildung 50 Kunst- und Architekturgebäude, Yale Universität/USA, Paul Rudolph 1958



Für die Darstellung eines Haus mit mehreren, gleichzeitigen Schnitten kann die Explosionszeichnung verwendet werden. Die axonometrische Explosionszeichnung zeigt ein schnittweise auseinandergezogenes Haus.

Der Zweck hierbei ist die Verdeutlichung des logischen Zusammenhangs der Einzelteile. Die Bewegungsrichtung der Explosion kann sowohl horizontal als auch vertikal sein. Die Striche, die die Einzelteile in der Zeichnung verbinden, zeigen die Bewegungsbahnen der „Explosion“. Die Explosionszeichnung ermöglicht die bewegte visuelle Wahrnehmung mehrerer sich übereinander oder hintereinander befindenden Räume. Falls notwendig, kann eine Explosion in zwei Richtungen innerhalb einer Zeichnung dargestellt werden, so dass die architektonischen Innenräume in allen drei Achsrichtungen gleichzeitig betrachtet werden können. Die Explosionsdarstellung der Kirche in Pienza ist hierfür ein gutes Beispiel. Das Haus ist innerhalb einer Darstellung mehrmals in X und Y Richtung explodiert. Da diese Zeichnung statisch ist, empfindet der Betrachter die Explosion, im Gegensatz zu einer schrittweisen Explosion bei einer Animation, als ein gleichzeitige Bewegung in allen gezeichneten Explosionsrichtungen. Diese statische Eigenschaft der Zeichnung hilft dem Zuschauer, die Informationen über die einzelnen Bauteile ausführlich in Ruhe zu studieren.

Abbildung 51 Explosionsaxonometrie der Kirche in Pienza, Italien



Die Qualität von Schnittzeichnungen liegt nicht nur in der grafischen Darstellung. Es ist grundsätzlich vor der Zeichenarbeit zu entscheiden, wo die Schnitte gezogen und in welcher Blickrichtung die Räume und die Schnittprofile gezeigt werden sollen. Diese Entscheidung sollte immer unter dem Vorsatz einer Verdeutlichung der Konstruktion und der räumlichen Struktur gefällt werden. Deswegen sollen die Schnitte an den Stellen mit bedeutenden Konstruktionen oder vor interessant gestalteten Räumen gezogen werden.

5.2.2 Räumliche Wahrnehmung durch mehrere ausgewählte Perspektiven

Die Perspektive ist eine subjektive Darstellung. Für jede Ausgangssituation gibt es ein, von den Parametern Standpunkt, Augenhöhe, Distanz und Bildebene, abhängiges Bild. Um einen räumlichen Wahrnehmungsvorgang durch verschiedene Beobachtungspunkte zu erfassen, können mehrere Perspektiven nebeneinander gewählt werden. Für die Präsentation vor dem Bauherrn sind Wiederholungen von ähnlichen Bildern kontraproduktiv und es werden gezielt repräsentative Perspektiven in eingeschränkter Anzahl ausgewählt. Die folgende Darstellung zeigt das vom Architekturbüro, Ingenhoven, Overdieck & Partner im Jahr 1994 entworfene RWE Bürohochhaus in Essen. Das linke Bild zeigt das von Fern beobachtete Hochhaus und liefert einen gesamten Eindruck des Hauses. Das mittlere Bild zeigt den Eingangsbereich mit einer durchgehenden, bogenförmigen Überdachung, womit die detaillierte Gestaltung des Eingangs deutlich veranschaulicht wird. Das rechte Bild zeigt eine spannende Raumsituation unter dem hohen Gitterdach des Eingangs, so dass die Zuschauer die bildliche Wahrnehmung mit wahren Erlebnissen assoziieren können.

Abbildung 52 Darstellung des räumlichen Erlebnisses durch mehrere ausgewählte Perspektiven, gezeichnet von Helmut Jacoby 1994



5.3 Darstellung des zeitlichen Erlebnisses

5.3.1 Darstellung der Atmosphäre durch einzelne Zeichnungen

Die Untersuchung des vierten Kapitels zeigt, dass die Umgebungsfaktoren einen sehr grossen Einfluss auf die architektonische Atmosphäre haben. Die Atmosphäre ist ein wichtiger Faktor, mit dem ein Gebäude die Bedeutung seiner Lebenskraft ausdrücken kann. Das Gesicht der Architektur lebt mit seiner Umgebung. Die fallenden Blätter im Herbst können der Architektur eine melancholische Stimmung verleihen, während der

Frühling mit seinen Blumen und dem hellen Sonnenschein die gleiche Architektur fröhlich und kraftvoll wirken lässt. Diese Faktoren können also zu einer gezielten Betonung der Atmosphäre einer architektonischen Darstellung verwendet werden.

Der Architekturkritiker Mark Wigley beschreibt die Atmosphäre der Architektur in seinem Aufsatz „Die Architektur der Atmosphäre“ wie folgt:

„Man empfindet etwas, wenn man ein Gebäude sieht, und die Empfindung hängt auch davon ab, in welcher Umgebung (räumlich und mental) man dieses Bauwerk entdeckt. Atmosphäre scheint dem Gebäude zu entströmen, sie haftet seiner Oberfläche an und umgibt es wie eine unsichtbare Gashülle... Die Atmosphäre setzt dort an, wo die Konstruktion aufhört... Sie umgibt ein Gebäude wie ein Mikroklima, sie wird mit den Sinnen aufgenommen, denn sie besteht aus u. a. Licht, Temperatur, Geruch, Feuchtigkeit, Schall.“¹

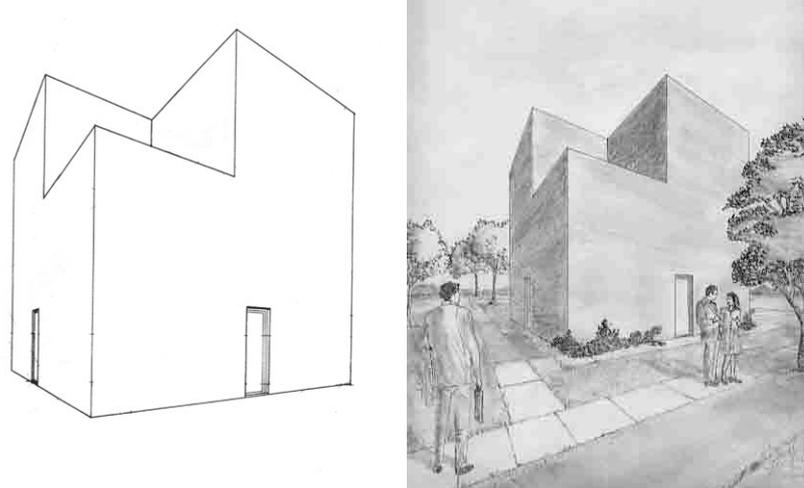
Eine gute architektonische Präsentationszeichnung ist stark abhängig von der Darstellung der Atmosphäre. Statische Zeichnungen können die sich verändernde Architektur und deren Atmosphäre nicht umfassend darstellen, jedoch eine bedeutende Szene durch bestimmten Darstellungsmitteln verbildlichen. Wichtige Faktoren, welche von den Architekten bisher oft in der Darstellung verwendet wurden, sind u. a. Schatten, Menschen, Autos, Möbel und Bäume. Schatten, Menschen und Autos sind bewegliche Faktoren, welche die Dynamik einer Atmosphäre besondere betonen können. Eine dynamische Atmosphäre kann in der statischen Zeichnung durch die Darstellung von Bewegung gut erzeugt werden. Ergänzt durch andere stillstehende Elemente wie z. B. Beleuchtung und Bäume kann eine Darstellung vollständig und damit glaubwürdig wirken.

Die in folgenden Abbildung gezeigten Zeichnungen stammen aus der Übung zur technischen Darstellung im Fachbereich Architektur an der Universität Hannover. Die linke Zeichnung ist eine nüchterne sachliche Darstellung eines Gebäudes, während die rechte Zeichnung das gleiche Gebäude mittels Grafik in einer bestimmten Atmosphäre darstellt. Bäume umgeben das Gebäude, der Weg vor dem Eingang ist erschlossen, Menschen gehen und stehen, manche unterhalten sich, manche schauen in eine Richtung... Durch diese, das Gebäude umgebenden Darstellungen, wird eine „lebendige“ Atmosphäre erzeugt.

1 Wigley: S.18-S.27.

Die dargestellten Bewegungen gehören zwar nicht direkt zum Gebäude, übertragen aber Kraft und Energie. Die Ästhetik der Architektur basiert auf der Gestaltung der erzeugten Atmosphäre.

Abbildung 53 Darstellung der Atmosphäre in einer perspektivischen Zeichnung



In der folgenden Darstellung von C. K. Chen wurde ein Shopping Center durch eine grosse Anzahl aktiver Menschen mit dem erwarteten Leben gefüllt. Durch die Darstellung der Menschenfiguren mit geschwungenen Linien und runden Formen wird der Eindruck der geometrisch bestimmten Architekturzeichnung gelockert und es wird subtil eine fröhliche Stimmung erzeugt.

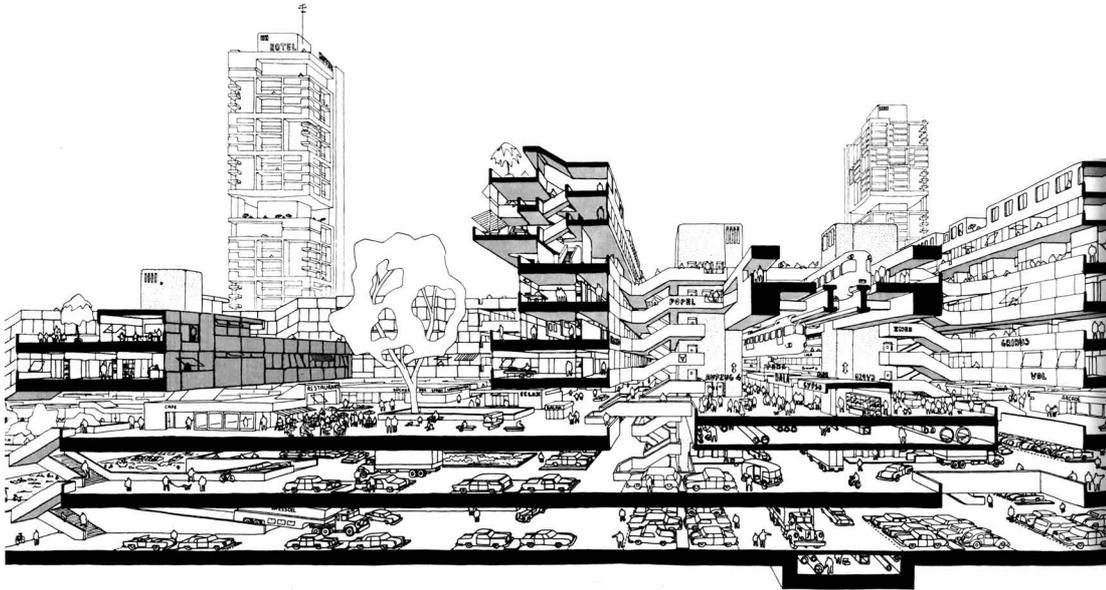
Abbildung 54 Roosevelt Field Shopping Center, Long Island, New York, Architekturbüro I. M. Pei & Partner, Darsteller C. K. Chen 1955



Ein weiteres Beispiel ist eine Schnittperspektive von Frans Hooykaas. Durch die Einbeziehung von Menschen und Autos in die geschnittenen Räume ist die Nutzung der verschiedenen Raumteile deutlich zu erkennen. Ein dynamisches Leben wird hier erfolgreich in die „trockene“ Architektur eingeführt. Die Zuschauer können die Szene mit der eigenen täglichen Erfahrung in einem ähnlichen Gebäude verbinden und dadurch ein gutes Ver-

ständnis für die bauliche Struktur aufbauen. Weiterhin wird die Erkennung des Massverhältnis des Gebäudes durch einen direkten Vergleich der, dem Betrachter bekannten, Dimensionen, wie Autos oder Personen, mit dem eigentlichen Gebäude erleichtert.

**Abbildung 55 Entwurf für einen neuen Bahnhof, Ludwigshafen/Deutschland
Architekturbüro Van den Broek & Bakema, Frans Hooykaas 1964**

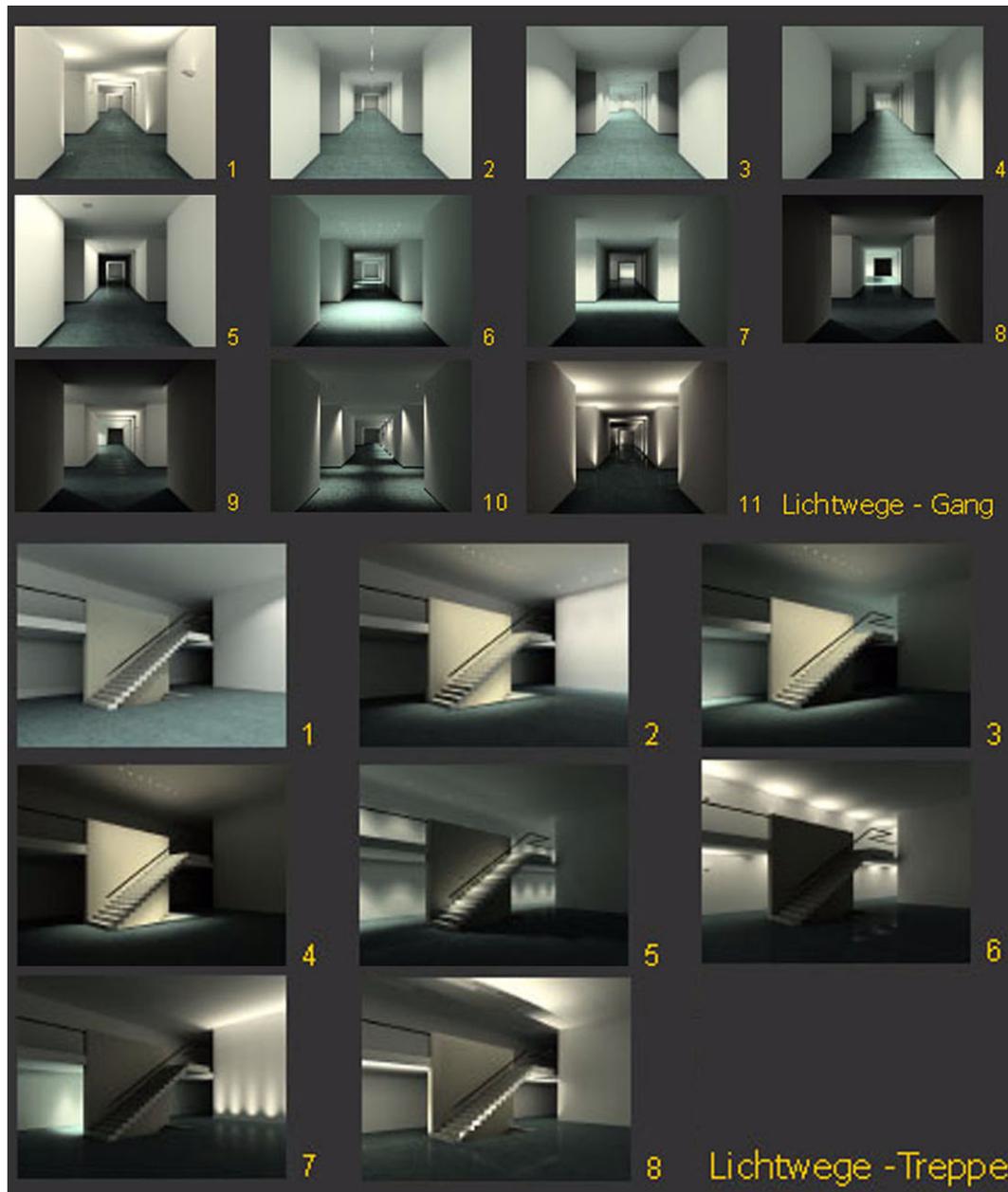


5.3.2 Darstellung der atmosphärischen Veränderungen durch mehrere Zeichnungen

Wenn man eine sich ändernde Situation in der Architektur darstellen möchte, reicht ein einziges Bild oft nicht aus, jedoch ist die Erstellung mehrerer, von Hand bearbeiteter Zeichnungen sehr zeitaufwendig. Heutzutage können solche Darstellungen mit Hilfe von CAD schnell erledigt werden, während früher jede Zeichnung einzeln mit der Hand ge-

zeichnet wurde. Der Student Volker Henne an der TU Darmstadt hat mittels CAD die folgenden statischen Darstellungen über die, von Licht beeinflussten, Raumatmosphäre dargestellt.

Abbildung 56 Digitale Architekturdarstellung, Lichtwege-Gang und Lichtwege-Treppe, Volker Henne, TU Darmstadt Nov. 2000



Mit Hilfe von Computerprogrammen können verschiedene Darstellungsvarianten in beliebiger Anzahl aus einer Basisdarstellung erstellt werden. Die Veränderung der Lichteffekte können nicht durch eine einzelne Zeichnung dargestellt werden. Die Veränderung der Atmosphäre kann nur durch eine Sequenz mehrerer Darstellungen verdeutlicht wer-

den. Diese Art der sequentiellen Darstellung ist mit der chronologischen Darstellung in der Fotografie oder der Malerei¹ am Ende des 19. Jahrhunderts zu vergleichen (Siehe Kapitel 2.3.7).

5.4 Die Dynamik der Architekturdarstellung von Zaha Hadid

Die Architekturzeichnung unterscheidet sich wegen ihres Zweckes grundsätzlich von der künstlerischen Zeichnung. Das Ziel der Darstellung des baulichen Kontextes impliziert i. d. R. eine zu Gunsten der Lesbarkeit gut strukturierte Architekturzeichnung. Die meisten bisherigen Architekturzeichnungen sind nach diesem Prinzip erstellt worden. Eine bemerkenswerte Ausnahme in der Architekturzeichnung stellt hierbei die Darstellungsmethode von Zaha Hadid dar. Die Darstellungsmethode von Zaha Hadid erreicht die gleichzeitige Präsentation mehrerer, unter verschiedener Koordinatensysteme zugeordneten, Räume. Diese Art von Darstellung ermöglicht den Zuschauer ein vielfältiges Raum- und Zeiterlebnis innerhalb einer Zeichnung.

Die im Jahre 1950 im Irak geborene Architektin Zaha Hadid entwickelt auf ihrem Berufsweg eine eigene Sprache für den Ausdruck der architektonischen Form. Jenseits des rechten Winkels experimentiert Zaha Hadid in ihren Werken durchgehend mit zackig spitzwinkligen und langgestreckten Formen. In ihren axonometrischen Zeichnungen verwendet sie oft ein oder mehrere, nicht orthogonale oder gedrehte, Koordinatensysteme, wodurch sie mehrere Zeichnungen überlappend in einer Darstellungsfläche darstellen kann.

Zaha Hadid scheint hierbei von dem Kubismus und dem Expressionismus der Malerei inspiriert worden zu sein (Siehe Kapitel 2.3.5). Der amerikanische Architekturkritiker Aaron Betsky berichtete in seiner Einführung zum Buch „Zaha Hadid - Das Gesamtwerk“ wie folgt über die Wurzeln ihrer Werke:

„Sowohl im Kubismus als auch im Expressionismus und im „Suprematismus“ wurden abstrakte Fragmente in einer narrativen Weise neu zusammengefügt. Die Künstler hatten die Welt in die Luft gesprengt und spielten nun mit den Scherben. In Marcel Duchamps „Akt die Treppe hinuntersteigend“² liegt letztlich auch eine der Wurzeln des Werks von Zaha Hadid“³

1 Die im Kapitel erwähnten Werke von Eadweard Muybridge, Éziene-Jules Marey und Marcel Duchamp.

2 Siehe Kapitel 2.3.7.

3 Betsky: in: Zaha Hadid - Das Gesamtwerk: S. 8-9.

Der Entwurstil von Zaha Hadid und dessen Darstellung wurde mit dem ersten Preis im Wettbewerb „The Peak in Hongkong“ im Jahre 1982 erstmals international anerkannt.¹

**Abbildung 57 The Peak Hongkong - Darstellung von Tag und Nacht, 1982/1983
Zaha Hadid**



Im Jahre 1985 machte sie einen Vorschlag für die Grand-Building-Projekte am Trafalgar Square in London. In diesem Vorschlag vereinigte Zaha Hadid viele ihrer früheren Entwurfsideen. Der Entwurf beweist Hadids Fähigkeit, die Stadtlandschaft in ihrer Sprache neu zu formulieren. Die Präsentationszeichnung wurde mit fünf unterschiedlichen Perspektiven gleichzeitig auf einem Blatt dargestellt. Sie zeigt den Stadtteil, der sich in einer Ansicht von oben nach unten und von unten nach oben selbst aufhebt. Dadurch wird der

1 Betsky: in: Zaha Hadid - Das Gesamtwerk: S. 8-9.

Betrachter verunsichert. Die strikte Trennung zwischen Wirklichkeit und Spiegelung wird aufgehoben. Zaha Hadid versucht mit dieser Darstellungsmethode, das Thema des städtischen Lebens in ihrer Zeichnung zu betonen.¹

Abbildung 58 Grand Building, Trafalgar Square, London, Zaha Hadid, 1985



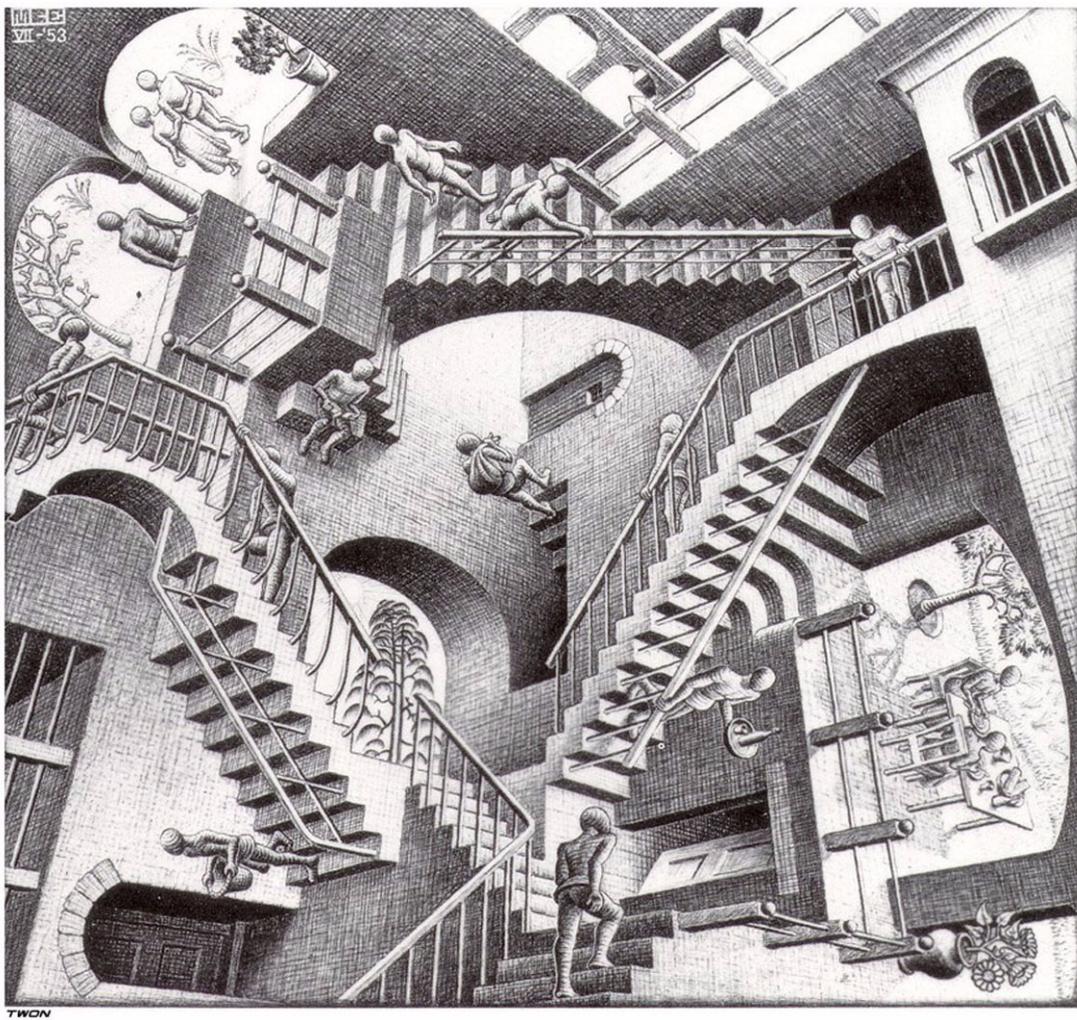
Die gleichzeitige Nutzung mehrerer Koordinatensysteme in den Architekturdarstellung von Zaha Hadid ist mit den Zeichnungen des holländischen Grafikers Maurits Cornelis Escher (1898-1972) vergleichbar.

Die gleichzeitige Darstellung von verschiedenen Koordinatensystemen und der daraus folgenden Verwechslung von Achsrichtungen bzw. Flächen verursacht eine un reale Situation bzw. eine mehrdeutige Darstellung. Escher entwickelte in diesem Bereich eine einzigartige Kunst. Er erkannte die Konfliktsituation der Darstellung eines dreidimensionalen Raumes auf einer zweidimensionalen Fläche. Seine Verwunderung über dieses Problem drückte er in seinen „Konfliktbildern“ aus. Escher hat durch seine Zeichnungen

1 vgl. Betsky: in: Zaha Hadid - Das Gesamtwerk: S. 6.

einen kritischen Blick auf die traditionellen Darstellungsmethoden des Raumes geworfen. Wir können einen Raum im Bild nur dann glaubwürdig erkennen, wenn dieser nach unseren Wahrnehmungsgewohnheiten auf dem Blatt dargestellt wird. Eine Abweichung von den Darstellungsregeln kann eine Konfusion verursachen und der dargestellte Raum kann nicht mehr eindeutig definiert werden. Dies ist der Grund für die Täuschungen in den räumlichen Motiven, wie sie in Eschers Bilder vorkommen.

Abbildung 59 Relativität, Lithographie 28x29 cm, 1961, Escher



Die Darstellung von Zaha Hadid kann als eine Ausnahme in der Architekturdarstellung verstanden werden. Sie ist ein mutiger, experimentaler Versuch in der Architekturdarstellung und drückt eine hohe, aber mit der Realität wenig verbundene, Dynamik aus. Da die Architekturzeichnung letztendlich dem bautechnischen Zweck dient, ist jedoch eine einfache und anschauliche Darstellung für die Präsentation viel praktischer. Die Darstellungsmethode von Zaha Hadid kann hierbei mehr als eine, den künstlerischen Aspekt unterstützende Methode verstanden werden.

5.5 Zusammenfassung und Ausblick

Da die Architektur i. d. R. eine statische Eigenschaft in sich hat, dient die allgemeine bewegte Darstellung in der Architektur nicht der Darstellung von mechanischen Bewegungen eines Gebäudes. Die Analyse im vierten Kapitel verdeutlichte den Bezug von Bewegung zur Architektur. Die bewegte Architekturdarstellung umfasst hauptsächlich die zwei Aufgabenbereiche der räumlichen und der atmosphärischen Wahrnehmung der Architektur.

Die statische Architekturzeichnung kann sowohl mittels darstellender Geometrie als auch mittels Computer hergestellt werden. Der Aufbau der Handzeichnung erfordert die Kenntnisse der darstellenden Geometrie und die Fähigkeiten der grafischen Bildbearbeitung. Dieses Können wird auch weiterhin für die Computerzeichnung gebraucht, wenn die Zeichnung zweidimensional am Rechner konstruiert wird. Nur wenn die Zeichnungsdaten schon von Anfang an dreidimensional in den Rechner eingegeben werden, können die Aufgaben zur Darstellung weiterer dreidimensionaler Zeichnungen auf der Basis einer Ursprungszeichnung dem Rechner überlassen werden, wodurch der Arbeitsaufwand wesentlich reduziert werden kann.

Das Verständnis des Zuschauers von bewegten Erlebnissen der Architektur ist stark mit dessen Wahrnehmungserfahrungen verbunden. Der Darsteller soll diese gewöhnlichen Wahrnehmungserfahrungen kennen und die geeigneten Darstellungsmethoden dafür verwenden. Nur unter Berücksichtigung des Erfahrungshorizontes des Zuschauers kann ihm die dargestellte Bewegung erfolgreich vermittelt werden.

Das Verständnis von statischen Zeichnungen erfordert auch Kenntnisse in der darstellenden Geometrie. In allen Architekturzeichnungen entspricht eigentlich nur die Perspektive unserer subjektiven Vorstellung. Alle anderen Zeichnungen sind aus dem parallelen Projektionsverfahren abgeleitet und erfordern die erwähnten Vorkenntnisse des Betrachters. Fehlen diese Kenntnisse, kann dies u. a. zu Verständigungsproblemen mit dem Betrachter im allgemeinen und dem Bauherren im speziellen führen.

Da statische Zeichnungen sowohl manuell mittels der darstellenden Geometrie, als auch mit Hilfe des Computers erstellt werden können, besteht, in Anbetracht der erheblichen Reduzierung des Arbeitsaufwandes mit dem Computer, die Gefahr, dass die traditionellen, manuellen Methoden komplett abgelöst werden. Mit Sicherheit wird ein Teil der alten Methoden durch die neue Technik ersetzt, jedoch impliziert der Fortschritt, oder besser gesagt die Entwicklung, der Menschheit, solche Paradigmenwechsel. Es stellt sich nun die Frage, ob die Kenntnisse von der darstellenden Geometrie zur Erstellung von statischen Architekturzeichnungen noch notwendig sind? Wo werden die traditionellen Methoden in Zukunft noch eingesetzt? Welche Stellung nehmen sie in der Architekturpraxis und der zugehörigen Ausbildung ein? Zur Beantwortung dieser Fragen ist eine neue Einordnung der traditionellen Methoden in die Neuzeit erforderlich.

In den letzten Jahren ist der Computer sowohl in unserem alltäglichen Leben im allgemeinen, als auch in der Architektur im speziellen immer weiter vorgedrungen und wurde teilweise schon zentraler Dreh- und Angelpunkt. Im Bereich der Architektur wird aber in der täglichen Kommunikation eine schnelle und doch anschauliche Handzeichnung nach wie vor benötigt.

Diese Erfahrung machen viele Architekten vermehrt in der Entwurfsphase, insbesondere beim Brainstorming und bei Entwürfen aus dem Stegreif. Aber auch Änderungen können so schnell und einfach in bestehende Entwürfe integriert und deren gestalterische Machbarkeit geprüft werden. Deswegen wird das traditionelle zeichnerische Geschick auch weiterhin sehr gefragt sein. Ein Architekt mit fundierten Kenntnissen in der darstellenden Geometrie, kann Entwurfsideen in einer relativ kurzen Zeit per Hand in zwei- oder dreidimensionalen Zeichnungen anschaulich skizzieren.

Die Skizze ist ein wichtiges Hilfsmittel für die Formulierung einer architektonischen Idee. Sie kann eine besondere Bewegung in unserem Denken unterstützen. Diese Bewegung ist nämlich die ständige Fortsetzung des kreativen Denkens. Die Skizze visualisiert die einzelnen, aufeinander aufbauenden Gedankenschritte.

Wenn wir die Hand als das verlängerte Gehirn ansehen, können wir die Skizze als einen simultanen Ausdruck des Denkens verstehen. Einen solchen simultanen, zeichnerischen Ausdruck kann ein Computer jedoch nicht schaffen. Die Skizze visualisiert die Ideen ähnlich dem Brainstorming. Die skizzierten Ideen sind meistens sehr grob und können noch nicht mit einem Maß erfasst werden. Uhl erkennt eine Art von Beweglichkeit der Entwurfsskizzen und fasst seine Erkenntnisse mit folgendem Worten zusammen:

„Die Methode des Entwerfens ist immer die gleiche: langanhaltende Beweglichkeit bei der Entscheidungsfindung und prozessuales Denken in immer neuen Überlagerungen, um die Ordnung im Beziehungsgeflecht der Entscheidungen durch viele Erprobungen zu optimieren, bevor alles schließlich in der Momentaufnahme eines endgültigen Entwurfs gefriert.¹ ... Gerade bei der Suche nach den Zielen des Entwurfs, bei der Entscheidungsfindung, brauchen wir aber langanhaltende Beweglichkeit.“²

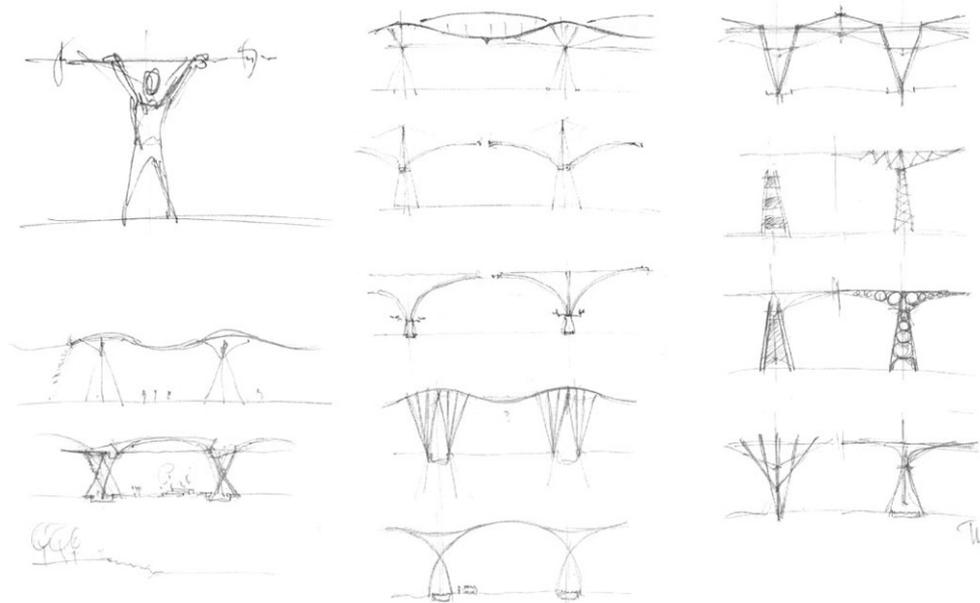
Die folgende Skizze entstand in der Frühphase des Entwurfs „Das EXPO-Dach in Hannover, EXPO 2000“ vom deutschen Architekt Thomas Herzog. Die Zeichnung zeigt deutlich den Entstehungsvorgang der später realisierten Dachform. Der Vorgang der

1 Uhl: S. 6.

2 Uhl: S. 6.

Skizzenzeichnung spiegelt die mühsame Arbeit des Architekten wieder. Überlegen, Auswählen, Abwägen, Vergleichen und Entscheiden ist eine Prozedur der ständigen Bewegung im Geist.

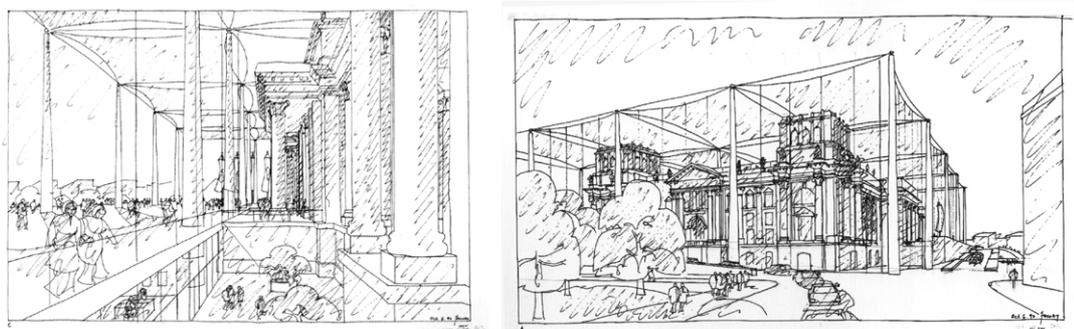
Abbildung 60 Thomas Herzogs Skizze zu verschiedenen Formen des Tragwerks für das EXPO-Dach in Hannover, EXPO 2000



Hier wird, ähnlich wie in der Bilderzählung, eine Reihe von hintereinander entstandenen Ideen (vgl. Kapitel 2.3.8) durch Einzelskizzen dokumentiert. Jede Teilzeichnung ist ein geistiger Produktionsschritt.

Die dreidimensionale Skizze hilft dem Architekt sein räumliches Konzept durch eine Visualisierung zu überprüfen. Die folgende Zeichnungen stammen vom Wettbewerbentwurf Reichstag (Sir Norman Foster & Partner) und zeigen eine schnelle Verbildlichung der entworfenen Räume. Um diese Zeichnungen in angemessener Zeit zu skizzieren, benötigt der Darsteller fundierte Kenntnisse zum Konstruktionsgang der Perspektive.

Abbildung 61 Dreidimensionale Skizze, Reichstag, gezeichnet von Helmut Jacoby, Berlin 1992



Weiterhin ist die Handzeichnung gegenüber der Computerzeichnung noch stark durch den persönlichen Charakter des Darstellers geprägt und erhält damit ihren besonderen, künstlerischen Wert.

Der Einsatz von Computern für Skizzen hängt grundsätzlich von den zwei Parametern Interface und örtliche Verfügbarkeit ab. Beide Merkmale werden kontinuierlich weiterentwickelt. Ein Beispiel zur Simulation von Skizzen ist die Entwicklung von Graphiktablets als Ersatz oder zumindest zur Ergänzung zu den, auf den Computer bezogenen, traditionellen Eingabemethoden Tastatur und Maus. Der Architekt kann im Programm einen bestimmten Stift auswählen und die Handzeichnung auf einem virtuellen Papier zeichnen. Da diese Form jedoch eine direkte Nachempfindung der traditionellen Methoden darstellt, benötigt diese wiederum die entsprechenden handwerklichen Kenntnisse. Der Einsatz des Computers liegt somit mehr in der Fähigkeit der leichteren Modifikation und der Vervielfältigung.

Die traditionelle Methode kann als ein Schritt der weiteren technischen Entwicklung angesehen werden, mit dem die Suche nach besseren Methoden fortgeführt werden kann. Jede Methode unterstützt die Arbeit der Architekten mit ihren Vorteilen und schult gleichzeitig unsere Denk- und Arbeitsweise mit ihrem Stil. Diese Eigenschaft ist und wird weiterhin ein wichtiger Bestandteil der technischen Entwicklung sein. Zweifelsohne müssen die traditionellen Methoden in der Hochschulausbildung der Architektur weiterhin gelehrt werden. Sie unterstützt die Studenten, einerseits die Darstellungsgeschichte und -methoden kennenzulernen, andererseits die Entwurfsideen schnell durch Skizzen zu visualisieren.

6 Die animierte Architekturdarstellung

Die Analyse im fünften Kapitel hat gezeigt, dass in der statischen Architekturdarstellung nur Ausschnitte einer Bewegung, also nur Ausschnitte eines kompletten, bewegten Architekturbildes, dargestellt werden können. Jedoch sind Ansätze von Bewegung in statischen Zeichnungen durch die Auswahl geeigneter Darstellungsmethoden zu finden.

Durch die schnelle Entwicklung der Darstellungssoftware ist der Einsatz von computergestützten Animationen erst im Laufe der 90iger Jahre in Architekturbüros und Hochschulen populär geworden. Bestimmte Probleme der räumlichen und der atmosphärischen Wahrnehmung von Architektur in der traditionellen Handzeichnung können jetzt durch die Animation gelöst werden. Durch die animierte Architekturdarstellung kann die bewegte Wahrnehmung fotorealistisch simuliert werden. Diese Entwicklung hat einen neuen Darstellungshorizont eröffnet und bietet den Architekten und den Architekturstudenten viel mehr, bzw. komplexere Darstellungsmöglichkeit als zuvor an.

Die Lehre ist aktuell an einem Punkt der Konfrontation zwischen Alt und Neu, zwischen statischer Zeichnung und computergestützter Animation. Es stellt sich die Frage wie die neue Technik gegenüber der traditionellen Technik positioniert werden soll. Zur methodischen Untersuchung der Diskussion wurden die Fragen in drei Themenbereiche untergliedert:

1. Die Einsatzbereiche der Animation in der Architekturdarstellung
2. Die methodische Komplexität der Architekturanimation
3. Kriterien für die Darstellungsqualität der Architekturanimation

6.1 Die Einsatzbereiche der Architekturanimation

Animation ist aufgrund der bewegten Bilder sehr gut für die Darstellung der **räumlichen und der atmosphärischen Erlebnisse** von Architektur geeignet. Im Vergleich zur Animation ist die Darstellung von Bewegung in statischen Zeichnungen sehr eingeschränkt. Sie vermittelt nur die Tendenz und den Ausschnitt der Bewegung und zeigt nicht die wirkliche Bewegung selbst.

In der Malerei werden die, über verschiedene Blickwinkel gesehenen Bilder, oder die, über mehrere Momente geschehenen, Ereignisse überlappend (vgl. Pablo Piccasos kubistische Zeichnung) oder in einer Bilderreihe (vgl. chronofotografische Darstellung) dargestellt. Diese Methoden der freien Kunst sind nicht für die Architekturdarstellung mit ihren grundsätzlichen bautechnischen Informationen geeignet. Im Vergleich zur freien und abstrakten Darstellung ist die gute Lesbarkeit einer Architekturdarstellung sehr wichtig.

Mit dem sukzessiven Prinzip ermöglicht die Animation die bewegte Darstellung mehrerer architektonischer Szenen. Das Gesamtkonzept der Konstruktion und der Raumplanung wird mittels einer Animation schnell überschaubar, während die gleichen Informationen oft erst durch eine große Anzahl von Zeichnungen übermittelt werden können. Der Faktor Zeit wird bei der Animation für die Darstellung sinnvoll eingesetzt.

6.1.1 Darstellung des räumlichen Erlebnisses

Die Darstellung der räumlichen Wahrnehmung ist essentiell für ein facettenreiches Erleben der Architektur. Die zeitbedingte, die vielfältige und die räumliche Wahrnehmung kann durch eine statische Zeichnung nicht erreicht werden. Erst durch die Animation ist die Darstellung der zeitbedingten, räumlichen Wahrnehmung überhaupt realistisch geworden.

Die räumliche Wahrnehmung wird durch animierte Augen- und Körperbewegungen erzeugt (siehe Kapitel 4.3.1 - Zwei Wahrnehmungsmethoden im Raum). In den Computerprogrammen werden diese zwei Wahrnehmungsmethoden mittels der Funktionen von Kamera und Kamerabewegung interpretiert. Mit dem Kamerabefehl kann man in einer festen Position die frei einstellbaren Blickrichtungen angeben. So entsteht durch eine Bewegung der Blickrichtung ein bewegtes Bild aus einer festen Position. Diese bewegte Betrachtung wird durch die entsprechenden Achsen in drei Bereiche aufgeteilt: Schwenken, Neigen und Rollen. Wird die Kamera geschwenkt, so bezeichnet dies im allgemeinen eine Bewegung der Kamera um eine vertikale Achse. Das Neigung beschreibt eine Bewegung um eine horizontale Achse, die im rechten Winkel zur Blickrichtung steht. Wird die Kamera geschwenkt oder geneigt, so ändert sich das Bild von der Blickrichtung und damit inhaltlich. Das Rollen ist ein gänzlich anderer Vorgang. Hier bleibt die Einstellung bestehen und die Kamera dreht sich nur um die optische Achse.¹

Durch die von einem festen Standort gelöste Kamerafahrt kann die Wahrnehmung durch die Fortbewegung des Körpers dargestellt werden. Der Weg simuliert die Bewegung des Besuchers im Raum. Die Kamerafahrt kann den Raum durch die fließenden, perspektivischen Veränderungen erschliessen.²

Die darzustellenden Bewegungen können i. d. R. in drei abstrakten Grundformen vorkommen:

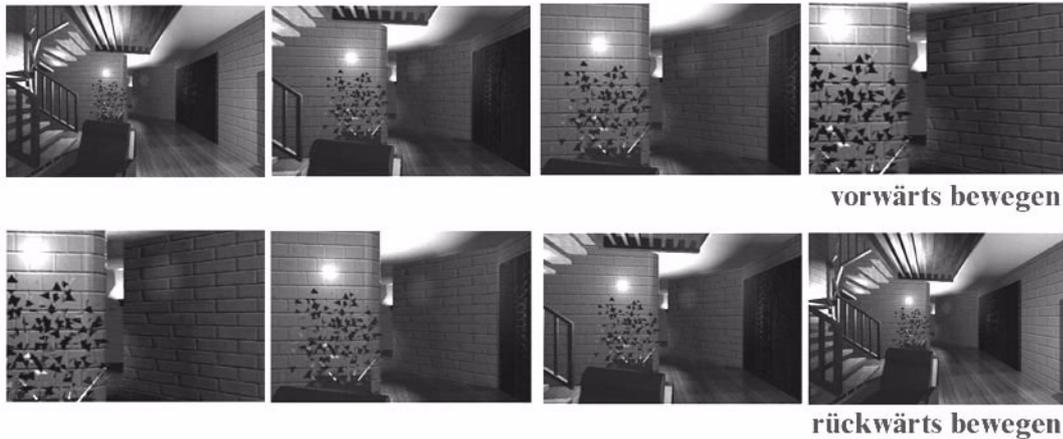
1. Linear: Vorwärts/Rückwärts oder Links/Rechts
2. Wellenlinien-Bewegung
3. Kreisförmig durch Drehung um eine Achse

¹ vgl. Sassmannhausen: S. 40.

² vgl. Sassmannhausen: S. 41.

Die Simulation einer linearen Bewegung beinhaltet auch einen Zoom-Effekt. Bewegt sich ein Betrachter auf einen entfernten Gebäudeteil zu, vergrößert sich dieser. Entfernt sich der Betrachter wieder von diesem Gebäudeteil, bekommt er einen Überblick zur Integration des Gebäudeteils in die Umgebung. Die folgende Animation¹ zeigt verschiedene Raumergebnisse durch die einfache Zoom-Funktion.

Animation 4 Simulation einer linearen Betrachtungsbewegung



Die folgende Animation² zeigt eine sich fortbewegende Wahrnehmungsform durch den Entwurf eines Stadtviertels. Die Bewegung ist eine Zusammensetzung von linearer und wellenförmiger Bewegung. Der Weg der Bewegung simuliert die alltäglichen Bewegungs- und Wahrnehmungsformen. Um die Aufmerksamkeit des Betrachters aufrecht zu halten, überschreitet die Geschwindigkeit der Bewegung die normale Schrittgeschwindigkeit des Betrachters. Die Geschwindigkeit ist hier der Verträglichkeit unserer visuellen

1 Siehe Datei „Animation4.mov“ auf beigelegte CD

2 Siehe Datei „Animation5.mov“ auf beigelegte CD.

Wahrnehmung anzupassen und nicht der alltäglichen Gehgeschwindigkeit. Nur wenn einzelne Gebäude das Ziel der Präsentation sind, ist die Geschwindigkeit entsprechend zu reduzieren.

Animation 5 Simulation der Betrachtung eines entworfenen Stadtviertels



Das folgende Beispiel¹ zeigt eine kreisförmige Wahrnehmungsbewegung um ein Haus. Das Haus ist hierbei die Drehachse der Betrachtung. Durch diese Animation kann das entworfene Haus aus allen Richtungen betrachtet werden. Durch die gedrehte Animation erscheint das Haus unseren Augen gleich einer Umgehung des Objektes. Hier hat die Darstellung die Relativität der Bewegung genutzt, um das Präsentationsziel zu erreichen.

Animation 6 Simulation der Betrachtung eines sich um eine Achse drehenden Hauses



¹ Siehe Datei „Animation6.avi oder Animation6.mov“ auf beigelegte CD.

Die Darstellung der Bewegung im Raum mittels Animation ist eine Simulation des realen Wahrnehmungsverfahrens. Die dargestellten Räume werden erst durch die Animation als Räume, in denen wir täglich leben, erkannt. In einer statischen Zeichnung können diese Räume nur relativ abstrakt verstanden werden. Um den in der statischen Zeichnung dargestellten Raum richtig als realen Raum zu interpretieren, benötigt der Zuschauer die Grundkenntnisse der Darstellenden Geometrie und das Verständnis von Risszeichnungen. In der dreidimensionalen Animation werden Funktionalität und Zusammenhang der Räume durch die Simulation der natürlichen Wahrnehmung realitätsnah übermittelt. Der Zuschauer kann die Raumstruktur jetzt direkt, losgelöst vom Zwang des Verständnisses von Risszeichnungen, verstehen und die Entwurfsqualität unter Berücksichtigung der eigenen Wahrnehmungserfahrung bewerten.

6.1.2 Darstellung der atmosphärischen Veränderung

Wie im Kapitel 4.3.2 ausführlich erläutert, hängt die dynamische Erscheinung der Architektur sehr von der sie umgebenden Atmosphäre ab. Eine statische Zeichnung kann die Dynamik der Architektur-Atmosphäre nur sinnlich erfassen. Sie ist jedoch nicht in der Lage, die Veränderungen abhängig von einem zeitlichen Verlauf zu präsentieren. In dieser Situation ist die Animation eine geeignete Methode zur Darstellung des Bewegungsvorgangs.

Im Kapitel 4.3.2 wurden die mögliche Umgebungsfaktoren, die das Aussehen der Architektur dynamisch beeinflussen können, definiert. Alle diese Faktoren sind von der Zeit bedingte Ereignisse. Die Bewegung und die Veränderung dieser umgebenden Faktoren werden häufig nicht direkt von uns wahrgenommen. Ein allgemein bekanntes Beispiel ist die spielerische Veränderung von Licht und Schatten eines Gebäudes. Dieser Bewegungsvorgang kann, ähnlich zu unserer Wahrnehmungsschwäche bei dem Versuch das Pflanzenswachstum zu beobachten, nicht direkt vom Auge wahrgenommen werden. Solche Veränderungen können unser instinktives Interesse an der Wahrnehmung von Bewegung aufgrund ihres langsamen Geschehens nicht erregen.

Die, aufgrund ihrer langsamen Bewegung, eher unterbewusst wahrgenommene Bewegung von Licht und Schatten bedeutet nicht, dass die Architekten sich nicht für die Auswirkungen von Licht und Schatten an einem Gebäude interessieren. Im Gegenteil, Lichtplanung ist oft eines der wichtigsten Kriterien der Entwurfsqualität. Animation stellt das Architekturbild in einer gestaffelten Zeitachse dar und ermöglicht das Sehen der normalerweise nicht zu sehenden Bewegung. Für einen Entwurfsarchitekten ist dieses Sehen wichtig für die Prüfung und die Entwicklung seiner Ideen. Für den Bauherrn wirkt die animierte Präsentation viel anschaulicher als die statische Darstellung.

Die bisherigen in der Praxis bearbeiteten Architekturanimationen beziehen sich überwiegend auf die Darstellung der räumlichen Wahrnehmung. Die Struktur der Innen- und Außenräume durch die bewegte Kamera sowie die Verdeutlichung der Konstruktion durch explosionsförmig auseinandergezogene Bauteile sind die aktuellen Kernthemen in der Architekturanimation. Die zeitbedingte dynamische Atmosphäre der Architektur wird, im Vergleich zur Darstellung von Raum, noch wenig mit Hilfe von Animation dargestellt. Die folgenden Animationen simulieren die, von Lichtveränderungen beeinflusste, individuelle Architekturatmosphäre.

Das erste Beispiel¹ der animierten Atmosphäre-Darstellung zeigt eine gelungene Präsentation einer architektonischen Lichtplanung. Durch die Bildfläche-Vergrößerung und die Farbenänderung wird das Objekt in einem spannenden Ablauf attraktiv dargestellt.

Animation 7 Die dynamische Atmosphäre-Darstellung durch Licht- und Farbenänderung



Das zweite Beispiel² zeigt die Belichtung eines Innenraums durch eine schrittweise geöffnete Tür. Genauso wie die Animation 7 wird hier eine mässige Geschwindigkeit für die Animation ausgewählt. Mit dieser Geschwindigkeit reizt die Animation die Neugierde der Zuschauer und damit wird das Architekturobjekt mit hoher Attraktion präsentiert.

Animation 8 Die dynamische Atmosphäre-Darstellung durch Türöffnung

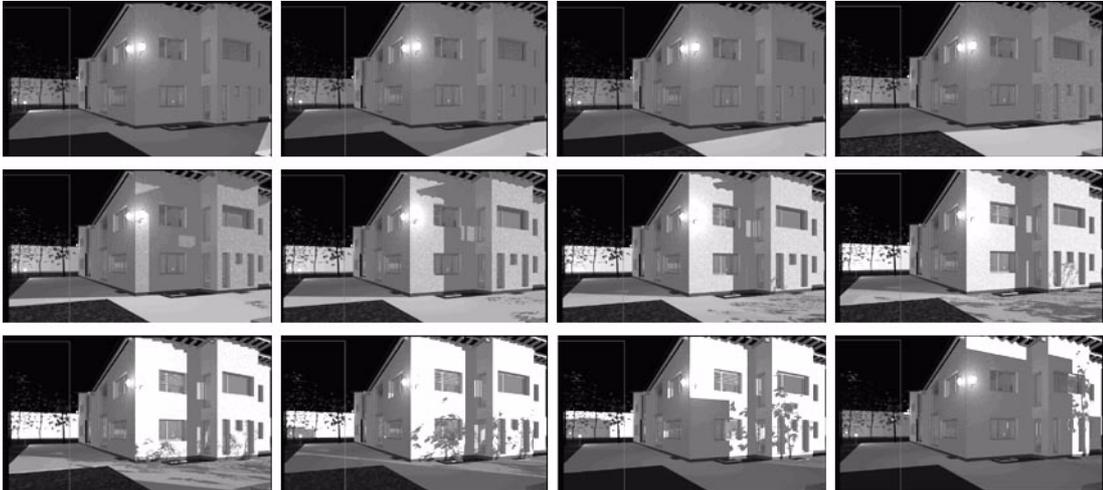


Das dritte Beispiel³ zum Thema Atmosphäre-Darstellung präsentiert ein sich veränderndes Architekturbild durch bewegte Schatten. Die Bewegung der Schatten hat bedeutenden Einfluss auf die Änderung eines Architekturbildes, obwohl sie in dem alltäglichen Leben nicht bemerkbar scheint. Durch Animation können die Bewegung der Schatten und die dadurch entstandene Veränderung des Architekturbildes veranschaulicht werden. Im Vergleich mit der Darstellung von Raum hat die Methode der Zeitraffung hierfür an Bedeu-

1 Siehe Datei „Animation7.swf“ auf beigelegte CD.
 2 Siehe Datei „Animation8.swf“ auf beigelegte CD.
 3 Siehe Datei „Animation9.mov“ auf beigelegte CD.

tung gewonnen. Die Echtzeit des Geschehnisses muss hier entsprechend verdichtet werden, so dass die Bewegung in der Darstellung sichtbar wird (Siehe Kapitel 3.3.3). Mit anderen Worten soll die Gestaltung der Zeit in solcher Animation, genauso wie die grafische Faktoren, auch sorgfältig behandelt werden.

Animation 9 Die sich verändernden Schatten



Durch die Animation kann Raum und Zeit gemeinsam dargestellt werden. Diese Kombination ist in der statischen Darstellung aufgrund der fehlenden Zeitdimension nicht möglich gewesen. Neben der dreidimensionalen, räumlichen Darstellung bildet nun als vierte Dimension die Zeit die Basis für die Animation in der Architektur.

6.2 Methodische Komplexität der Architekturanimation

Der methodische Kontext der Animation unterscheidet sich grundsätzlich von der statischen Darstellung. Hier wechselt nicht nur das Werkzeug sondern auch das Darstellungsmedium. Die Komplexität der Bedienung der Software und die Multifunktionalität des elektronischen Mediums zeigt einen enormen Fortschritt bei der animierten Computerdarstellung. Die grafische Gestaltung einer Animation basiert zwar auf den Gestaltungsprinzipien der statischen Handzeichnung, die Arbeitstruktur hat sich jedoch vielfältiger und komfortabler entwickelt.

6.2.1 Die Animationskomponenten

In Vergleich mit der statischen Handzeichnung besteht die Animation nicht mehr aus einem einzigen Bild, sondern aus einer Sequenz mehrerer zusammengesetzter Szenen.

Gemäss der Analyse der deutschen Animationsforscherin Doris Dransch baut eine Animation auf den folgenden Komponenten auf¹:

1. Animationsobjekte, die aus Grafikobjekten, Kamera und Lichtquellen bestehen.

¹ vgl. Dransch: S. 6.

2. Szenen(Frames).
3. Sequenzen.
4. Veränderungen.
5. Ton (Audio oder Soundtrack).

Die Animationsobjekten sind die Darstellungsinhalte einer Animation. In einer Architekturanimation können die Animationsobjekte ein Gebäude, dessen Innen- und Aussenraum, die Umgebungsfaktoren wie Menschen, Bäume, Licht und Schatten sein. Die Kamera legt den Betrachtungsstandpunkt, die Betrachtungsdistanz, den Betrachtungswinkel und den Bewegungsweg fest. Damit wird der Bildausschnitt, der Massstab, die Perspektive und der Betrachtungsweg bestimmt. Die Lichtquellen definieren die Beleuchtungsparameter der Szenen. Sie verleihen dreidimensionalen Grafikobjekten ein plastisches Aussehen oder heben bestimmte Ausschnitte einer Szene durch Spotlights hervor.¹

Die Szene ist eine Komposition von Animationsobjekten zu einem Gesamtbild. Eine Szene wird immer durch eine Menge von Grafikobjekten aufgebaut. Zusätzlich ist für eine Szene eine Kamera zu definieren, um bestimmte Betrachtungsparameter festzulegen. Dreidimensionale Szenen erfordern ausserdem mindestens eine Lichtquelle, um die Szenen sichtbar bzw. plastisch zu machen. In Animation werden bestimmte Szenen als Schlüsselszenen (Keyframes) definiert. Die Schlüsselszenen geben die Handlung in groben Zügen wieder, sie bilden das Grundgerüst der Animationssequenz. Aus den Schlüsselszenen werden die Zwischenszenen abgeleitet.²

Die auf Animationsobjekte basierende Szene ist noch statisch. Die bisherigen Schritte einer Animation sind eigentlich noch mit der statischen Darstellung zu vergleichen. Wenn die einzelne Szene jetzt ausgedruckt wird, ist jede Szene eine eigene statische Präsentation. Erst wenn die Szenen in eine Sequenz eingesetzt werden, ist die Darstellung auf dem Weg zu einer Animation. Eine Sequenz ist eine Folge von variierenden Szenen, die durch eine logische Zusammensetzung eine bestimmte Aktion in der animierten Darstellung ausführen.

Veränderung sind die Unterschiede, die zwischen den Szenen auftreten. Veränderungen können sich auf alle Animationsobjekte - Grafikobjekte, Kamera, Lichtquellen beziehen.³ Die Änderungen können in einzelnen Szenen (in einigen Computerprogrammen auch als Teilbild genannt) vorgenommen werden.

Ebenso wie die in Kapitel 3.4 erwähnte Beteiligung des Tons in einer bewegten Darstellung, werden die visuellen Komponenten einer Animation oft mit Ton ergänzt. Ton ist ein wesentliches Element einer Animation, um Informationen zu übermitteln. Animationen bieten dem Betrachter in kurzer Zeit eine grosse Menge von Informationen an und koennen damit dessen Wahrnehmungsfähigkeit überfordern. Zusätzliche Informationen in Schriftform können nicht oder nur sehr schwer verfolgt werden. Erschwerend wirkt sich hier die oft verwendete Positionierung der Schrift in den Randbereich der eigentlichen Animation aus. Ton belastet den visuellen Kanal nicht zusätzlich und nutzt den Hörsinn

1 vgl. Dransch: S. 7.

2 vgl. Dransch: S. 7.

3 vgl. Dransch: S. 7.

als weiteren Wahrnehmungskanal für zusätzliche Informationen. Er kann der Illustration, der Interpretation und der Kommentierung, der Lenkung der Wahrnehmung und der Erregung der Aufmerksamkeit dienen.¹

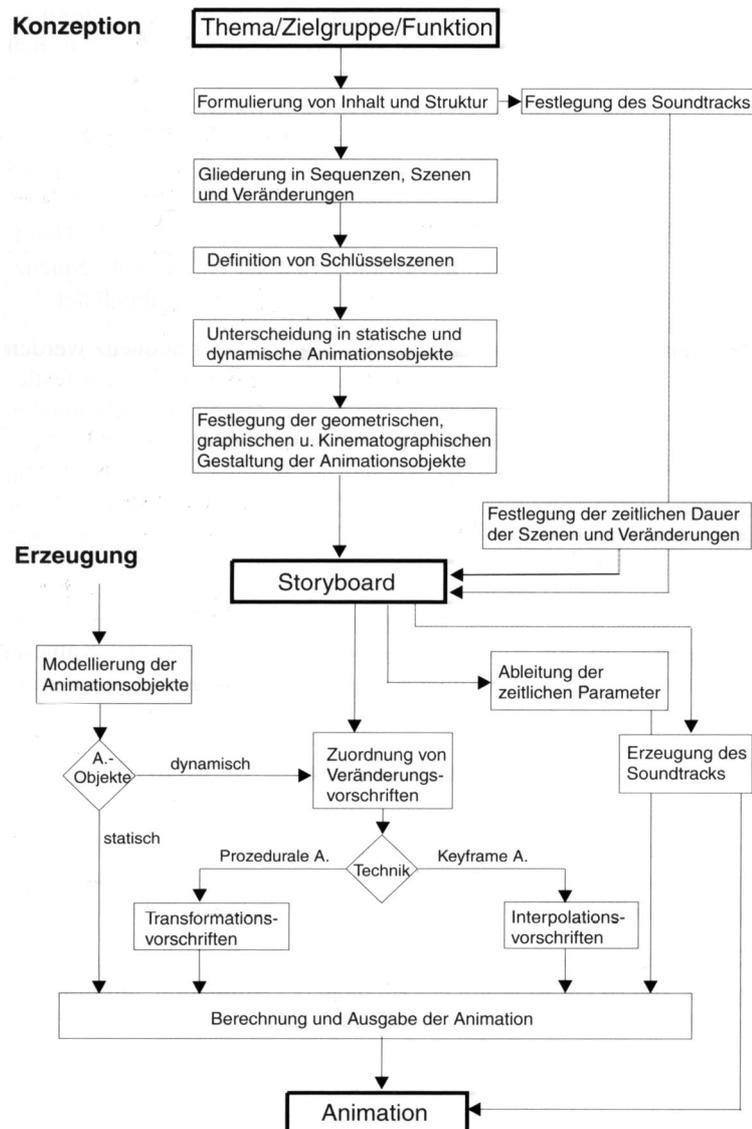
6.2.2 Das Aufbauverfahren der animierten Präsentation

Eine gut animierte Präsentation baut nicht auf der reinen Funktionsvielfalt eines Computerprogrammes auf. Vielmehr ist -ähnlich wie beim Drehen eines Filmes- ein gutes Konzept und Produktionsverfahren notwendig. Die Theorie der Konzeption und Erzeugung einer Animation wurde bereits in der Literatur vielfältig bearbeitet und baut auf ein breites Spektrum an Erfahrung und praxisbezogener Forschung auf. Die Erfahrungen und die Forschungsergebnisse können auch für die Entwicklung der entsprechenden Lehrtheorie in der Architekturanimation verwendet werden.

¹ vgl. Dransch: S. 7.

Den Aufbau der animierten Darstellung hat Dransch in ihrem Aufsatz "Begriff und Grundprinzipien der Animation" im Buch „Dynamische Visualisierung“ zum Thema „kartografische Animation“ sehr gut schematisch zusammengefasst:¹

Abbildung 62 Schema des Animationsprozesses



Nach Dransch's Schema erfolgt die Erstellung einer Computer-Animation in mehreren, aufeinander aufbauenden Arbeitsschritten. Der Gesamtprozess der Erstellung lässt sich in zwei Teilprozesse gliedern:²

1. Konzeption.
2. Erzeugung.

¹ Dransch: S. 8.

² Dransch: S. 9.

In der Konzeptionsphase werden die grundlegenden thematischen und gestalterischen Zielrichtungen der Animation abgesteckt. Inhalt, Struktur und Gestaltung der Animation werden in dieser Phase in einem Konzept festgelegt. Ebenso wird der Soundtrack der Animation konzipiert. Das dabei entstandene Handlungsgerüst wird in einzelne Sequenzen und Szenen unterteilt. Die Schlüsselszenen werden hierbei auch definiert. An den Schlüsselszenen wird die geometrische, graphische und kinematographische Gestaltung der Animationsobjekte vorgenommen. Zusätzlich wird der zeitliche Ablauf der Animation bestimmt, indem den Schlüsselszenen und den dazwischen liegenden Veränderungen eine relative oder auch absolute zeitliche Dauer zugewiesen wird. Der Soundtrack, der Inhalt des Tonkanals, wird parallel zu diesen Arbeitsschritten festgelegt. Dialoge und musikalische Begleitung müssen auf den Inhalt und auf den Rhythmus der Animation abgestimmt werden. Endprodukt der Konzeptionsphase ist ein Storyboard oder Drehbuch, das das Konzept in animationsgerechter Aufbereitung wiedergibt. Ein Storyboard enthält Informationen zur Gestaltung der Animationsobjekte und Szenen, zur Reihenfolge der einzelnen Szenen und zum Soundtrack.¹

Nach Dranschs Meinung beinhaltet die Erzeugung der Animation drei Arbeitsschritte:²

1. Modellierung der Animationsobjekte und Szenen
2. Festlegung von Veränderungen
3. Berechnung der Animation

Bei der Modellierung wird ein Animationsobjekt in seinen Eigenschaften, wie äussere Form, Farbe, Position beschrieben. Die Animationsobjekte werden in der definierten Schlüsselszenen modelliert. Die Modellierung der Kamera enthält die Festlegung der Kameramerkmale, nämlich der Position, der Distanz und des Neigungs- und Richtungswinkels der Kamera. Aus den Informationen des Kameramodells werden der Bildausschnitt und die Perspektive errechnet. Die Modellierung der Lichtquellen und der Beleuchtung umfasst die Festlegung der Merkmale der Lichtquelle, wie Form, Position, Lichtfarbe und Lichtintensität, und die Erstellung eines Beleuchtungsmodells für die Szene.³

Sind die Animationsobjekte modelliert, werden ihnen die Veränderungen zugeordnet. Die Veränderung können sich auf alle Parameter der Animationsobjekte beziehen. Für die Graphikobjekte lassen sich Position, Form, Grösse, Farbe, Helligkeitswert und Textur verändern. Die Kamera kann in ihrer horizontalen und vertikalen Position, in der Distanz, im Neigungswinkel, Art des Lichtes, Farbe und Intensität verändern.⁴

Berechnung und Ausgabe der Animation sind die letzten Schritte im gesamten Animationsprozess. Mit Hilfe der verschiedenen Animationstechniken werden aus den modellierten Schlüsselszenen und den Veränderungen alle für die Animation erforderlichen Szenen berechnet und generiert. Bei der Keyframe-Animation werden die im Konzept definierten Schlüsselszenen einer Animation als Keyframes oder Hauptphasen erstellt. Die dazwischenliegenden Szenen, die inbetweens oder Zwischenphasen, vom Computer automa-

1 vgl. Dransch: S. 9.

2 vgl. Dransch: S. 9.

3 vgl. Dransch: S. 9-10.

4 vgl. Dransch: S. 9.

tisch durch eine Interpolation generiert. Dabei lassen sich entweder die berechneten Bilder der Keyframes (bildbasierte Keyframe-Animation) oder die Parameter der Graphikobjekte der einzelnen Keyframes (parametrische Keyframe-Animation) interpolieren.¹

Die Arbeitsmethodik ist in der historischen Entwicklung von der rein statischen Handzeichnung zur computergestützten Animation vielfältiger und umfangreicher geworden. Der PC brachte nicht nur neue Werkzeuge, sondern erwartete auch eine komplette Restrukturierung des Denkens und der Arbeitsweise. Eine effektive Nutzung der neuen Werkzeuge setzt eine entsprechende Umstellung beim Schaffenden voraus. Eine einfache Adaption herkömmlicher, traditioneller Methoden auf die neue Arbeitsumgebung ist nicht möglich.

6.2.3 Die Veränderung des Denkens und der Arbeitsweise durch die Computeranimation

Werkzeuge unterstützen die Entwicklung der Technik und erzeugen so mittelbar die Veränderung der Arbeitsweisen. Im Vergleich mit allen bisherigen Werkzeugen verändert die digitale Darstellung die Arbeitsmethode und Denkweise viel grundsätzlicher, als die, an die man sich jahrelang durch die statische, zweidimensionale Darstellung gewöhnt hatte.

Die Veränderung des Bezugs von der Hand zur Darstellung

Die Hand wird in der traditionellen Darstellung als die Verlängerung des Gehirns angesehen. Wenn wir mit der Hand unsere Vorstellung skizzieren, arbeitet das Gehirn und die Hand in einer sehr engen Solidarität zusammen: Das Gehirn denkt, gleichzeitig wird das Denken unter der Hand visualisiert; der Gedanke entwickelt sich flüssig, unter der Begleitung der Handbewegung. Man fühlt die direkte Verbindung zum dargestellten Ergebnis wenn man den Strich mit der eigenen Hand steuert. In diesem Zusammenhang legen viele Architekten großen Wert auf die Handzeichnung, trotz der Existenz des Computers.

Bei der Bedienung des Computers hat die Hand eine andere Verbindung zum Ergebnis. Die Hand funktioniert hier immer noch wie eine Verlängerung des Gehirns. Nun steuert sie nicht mehr direkt den Stift und die daraus resultierenden Striche. Vielmehr gibt die Hand die Befehle an den Rechner, so dass das Ergebnis durch die maschinelle Bearbeitung des Computers entstehen kann.

Durch den Computer hat sich nicht nur die Haltung und Bewegung der Hand verändert, sondern auch die Kooperationsweise zwischen Hand-Gehirn und Hand-Ergebnis. Man greift z. B. nicht mehr einen in senkrechter Richtung steuerbaren Stift, sondern eine in horizontaler Richtung verschiebbare Maus. Statt Papier ist jetzt das Zeichenmedium ein Bildschirm. Auf dem Bildschirm sieht man nicht mehr die, von der eigenen Hand skizzierten, Striche, sondern die, von der Computersprache berechnete, standardisierte Linie. So verliert die Computer-Zeichnung den persönlichen Charakter des Darstellers. Ein Vorteil dabei ist, dass ein Entwurf ohne erkennbaren Unterschied von mehreren Personen weiterbearbeitet werden kann, wogegen dies bei einer Handzeichnung selbst für ungeübte Augen leicht zu erkennen ist.

¹ vgl. Dransch: S. 9.

Die Veränderung des Werkzeugs befördert auch die Veränderung unserer Gewohnheit. Viele traditionelle Darsteller betonen, dass die Handzeichnung das Gehirn bei der Darstellung schulen kann, während der Computer die Fähigkeit des Gehirns minimiert. Das Problem des traditionellen Darstellers ist, dass er eine Veränderung der Darstellungsgewohnheit nicht als wichtig und erforderlich anerkennt.

Der Computer ist eine Maschine, die die menschliche Intelligenz voraussichtlich nicht übersteigen wird. Damit aber unsere Fähigkeit mit Hilfe der Maschine umgesetzt werden kann, muß diese Technik zuerst von uns beherrscht werden. Mit der Hilfe des Computers kann unser Gehirn bei der Entstehung einer Darstellung auch trainiert werden, nur in einer anderen Weise als mit den bisher üblichen Werkzeugen. Das Erlernen des Umgangs mit Computern erfordert einen langen Prozess, da der Computer ein Werkzeug mit einer hohen Komplexität ist. Es ist möglich, dass die Gewöhnung an neue Werkzeuge, Arbeitsmethoden und Denkweisen nicht innerhalb einer oder zwei Generationen aufgebaut werden kann. Über die Generationen hinweg wird sich der Computer aber sicherlich zu einem Basiswerkzeug für die Architekturdarstellung entwickeln.

Die Veränderung der Arbeitsorganisation

Die Darstellung mittels Computer besitzt eine komfortablere Organisationsplattform als die Handzeichnung. Die für eine Darstellung benötigten Werkzeuge, Koordinatensysteme und Arbeitsabläufe werden am Rechner interaktiv und einheitlich organisiert. Dies vereinfacht den Arbeitsaufwand wesentlich und reduziert den Aufwand für die Vorbereitung erheblich. Zum Beispiel benötigt der Architekt für den einfachen Schneid- und Kopiervorgang nicht mehr mechanische Werkzeuge wie Schere und Transparentpapier, sondern lässt diesen Vorgang den Rechner augenblicklich erledigen.

Die Arbeitsergebnisse liegen jetzt nicht mehr in Papierform sondern in elektronischer Form vor; Planschrank und Ordnerregal werden durch magnetische oder optische Permanentspeichermedien ersetzt; Handgefertigte Unikate durch beliebig reproduzierbare Dateien.

Die interaktive Zusammenarbeit zwischen Kollegen, verschiedenen Arbeitsteams oder Architekturbüros wird durch Netzwerke und dem Internet wesentlich erleichtert. Planvorlagen können in den verschiedenen Netzwerken jederzeit und unabhängig vom Standort des einzelnen Projektmitglieds oder -teams bearbeitet werden. Entsprechende Programme können diese interaktive Zusammenarbeit erheblich fördern. Diese Art der Teamarbeit hat früher, ohne Computer einen erheblich höheren Zeit- und Arbeitsaufwand bedeutet, soweit die einzelne Funktion überhaupt möglich gewesen ist.

Das direkte bewegliche und dreidimensionale Denken

Architekturanimationen werden meistens direkt dreidimensional bearbeitet, während andere grafische Darstellungen wie z. B. der Zeichentrickfilm zweidimensional erstellt werden. Ein Vorteil der dreidimensionalen Computerzeichnung ist die freie Wahl des Betrachtungswinkels. Die Bilder haben einen fotorealistischen Effekt, welcher in einer

Handzeichnung nur sehr aufwendig zu erreichen ist. Das Programm kann die reale Szene durch Modellierung, Belichtung, Texturen von Materialcharakteristika und Farbrendereing problemlos simulieren.

Ein weiteres Merkmal der Handzeichnung ist, dass der Darsteller gedanklich ständig zwischen 2D und 3D umschalten muss. Das Darstellungsmedium, Papier, ist auf 2D beschränkt, während die darzustellenden Gegenstände oft dreidimensional sind. Der Darsteller nutzt die Kenntnisse der darstellenden Geometrie, um seinen Gedanken zwischen der zweidimensionalen Darstellungswelt und der dreidimensionalen Realwelt durch Übersetzung miteinander zu koordinieren.

Die Denkweise funktioniert mit dem Computer aufgrund der dreidimensionalen Darstellungsmöglichkeit anders. Mit 3D-Konstruktionsprogrammen kann man jetzt direkt in drei Dimensionen denken. Die Zeichnung entsteht wie die Konstruktion eines realen, dreidimensionalen Raums und vereinfacht damit den Denkaufwand. Viele Menschen haben Schwierigkeiten, sich an diese direkte Denkweise zu gewöhnen. Immerhin hat uns die Geometrie bisher schon länger als 2000 Jahre begleitet und hat unsere Denkweise mit ihrer Methode stark geschult und geprägt. Mit der Ermöglichung der direkten 3D-Konstruktion am Computer wächst eine Generation auf, die die Kenntnisse der traditionellen darstellenden Geometrie teilweise nicht mehr braucht. Es ist vorausschaubar, dass die Denkweise dieser jungen Menschen sich anders entwickelt als die der bisherigen Generationen.

Dreidimensionalität ist aufgrund der Anschaulichkeit sehr wichtig für die konstruktive Arbeit. Die raumbezogenen, gestalterischen Berufe können ohne dreidimensionale Darstellung nicht auskommen. Da eine axonometrische oder perspektivische Zeichnung ein dreidimensionales Objekt nur aus einem Blickwinkel zeigen kann, wird das Modell oft als das Zusatzmittel benötigt. Durch Modelle kann man die räumliche Qualität des klassischen Entwurfs überschauen und prüfen.

Die vom Computer unterstützte 3D-Animation bietet einen neuen Prozess zwischen Zeichnung und Modell. Man kann das simulierte, dreidimensionale Modell nach ausgewählten Koordinatensystemen, Projektionsarten oder Blickwinkeln aus beliebigen Richtungen betrachten bzw. direkt die Konstruktion verändern. Dies unterstützt das dreidimensionale Denken sehr und erleichtert die Arbeit der räumlichen Konstruktion.

Das direkte dreidimensionale Denken unterscheidet sich wesentlich von dem, in der Geometrie unterstützten traditionellen Denken. Diese Veränderung der Denkweise kann als eine Revolution des räumlichen Denkens angesehen werden. Es ist zwar eine Vereinfachung der Denkweise, benötigt aber trotzdem Schulung und Praxis.

6.3 Kriterien der Gestaltungsqualität von Architekturanimationen

Wie am Anfang Kapitel 3.2 beschrieben, bedeutet Animation sowohl für den Darsteller als auch für den Zuschauer eine neue Erfahrung in der grafischen Welt. Es ist jetzt für die Darsteller wichtig zu wissen, wie die dargestellte Bewegung erfolgreich an den Zuschauer vermittelt werden kann. Hierbei ist die Seheigenschaft der Zuschauer angemessen zu berücksichtigen.

6.3.1 Geschwindigkeit und Informationsmenge der Animation

Von der Analyse im Kapitel 3.2.4 wissen wir, dass eine Animation aufgrund der Trägheit des Auges nicht zu schnell gestaltet werden soll. Die hier besprochene Bewegung differenziert sich in zwei Bereiche: die Bewegung innerhalb eines einzelnen Bildes und die Abwechslung zwischen den verschiedenen Bildern. Ein ständiger Wechsel zum neuen Bild ist, genauso wie die zu schnell fortlaufende Bewegung innerhalb eines Bildes, belastend für das Auge. Diese beiden Bewegungen bestimmen u. a. die Qualität der Animation. Eine schnell fortspulende Animation kann das Sehen der Zuschauer überbeanspruchen, eine zu langsam laufende Animation kann jedoch auch langweilig wirken.

Die Geschwindigkeit der Animation soll je nach dem Darstellungsthema festgelegt werden. Wenn die Darstellung sich um ein städtebauliches Bild handelt, kann die Bewegung in Form eines langsamen Fluges simuliert werden, denn hier steht die Struktur des Stadtteilentwurfs im Vordergrund und nicht die Detailstruktur einzelner Gebäude. Ist das Ziel der Darstellung die Veranschaulichung eines Gebäudeentwurfs mit dessen Aussen- und Innenräumen, sollte die Bewegung auf Schrittgeschwindigkeit reduziert werden. Falls architektonische Details oder besondere Raumsituationen betont werden sollen, kann ein Zwischenstop eingebaut werden. Wichtig ist zu beachten, wieviel Information innerhalb eines Bildes präsentiert werden soll. Die Unterstützung durch den Computer verleitet heutzutage oft zu einer Informationsflut.

Da die Architektur die Eigenschaft der Ruhe in sich hat, benötigt die Darstellung eine, der menschlichen Wahrnehmung verträgliche, Geschwindigkeit und Informationsmenge. Nur mit einem ruhigen Ablauf und einer wohl dosierten Informationsmenge können wir eine Entwurfsidee studieren, über den Zusammenhang vom Anfang bis zum Ende nachdenken und die Qualität der Arbeit beurteilen. Der von Mies van der Rohe gesprochene Satz, „*less is more*“, kann hier auch für die Gestaltung der Animation verwendet werden.

Die Gestaltung ist ein Prozess der Suche nach den Antworten auf die folgenden Fragen:

1. Welche Informationen werden für die Gestaltung ausgewählt?
2. Welche Informationen werden im Laufe des Prozesses aussortiert?
3. Wie werden die Informationen nebeneinander oder hintereinander in der Darstellung organisiert?

Dieser traditionelle Gestaltungsvorgang soll bei der animierten Darstellung weiter so blei-

ben. Das Auswählen der darzustellenden Motive, die Bestimmung der Farben und der Beleuchtung sowie viele andere grafische Gestaltungsmittel sollen bei der Animation genauso wie bei der statischen Zeichnung mit feinem Gefühl überlegt und organisiert werden.

Im Kapitel 3.4 wird die Funktion des Tons in der bewegten Darstellung erläutert. Die darzustellenden Informationen können eigentlich sehr gut durch visuelle und akustische Kanäle parallel präsentiert werden. Die visuelle Wahrnehmung des Zuschauers kann durch den Einsatz von Ton ergänzt werden. Hiermit kann also sowohl mehr Information transportiert, als auch eine Reduktion bei der visuellen Darstellung erreicht werden.

6.3.2 Grafische Qualität der Animation

Derzeit ist der Einsatz von Animation für die Architekturdarstellung zwar sehr populär, die grafische Qualität wird aber im Vergleich mit der statischen Zeichnung sehr wenig berücksichtigt bzw. diskutiert. Der Darsteller benutzt den Animationsmodus im Programm und lässt den Rechner das Animationsergebnis auf der Basis der eingegebenen Daten automatisch erstellen. Solche vom Rechner erzeugten Ergebnisse werden oft ohne weitere ausreichende grafische Bearbeitung direkt als endgültige Präsentation gezeigt. Die Darstellung wirkt meistens sehr maschinell und man kann dabei schwer von einem künstlerischen Wert sprechen.

Die zusätzliche grafische Bearbeitung der Animation erfordert natürlich höhere technische Leistungen des Computers. In der Filmindustrie werden extrem leistungsfähige Programme für Animationen eingesetzt. Aufgrund der hohen Kosten und der themenspezifischen Funktionen entsprechen solche Programme nicht dem fachlichen Anforderungsspektrum des Architekturgeschäfts bzw. dessen Präsentationen. Zur Zeit gibt es noch zu wenig Programme für die Architekturdarstellung, die einerseits leicht zu bedienen sind und andererseits die grafische Nachbearbeitung der Animation besonders unterstützen.

Die vorhandenen Rendering-Programme haben i. d. R. eine zu lange Berechnungszeit, so dass die Herstellung einer Animation mit guter Gestaltungsqualität oft mit erheblichem Aufwand verbunden ist. Diese technischen Probleme verhindern die Verbesserung der grafischen Qualität.

6.4 Ein Blick auf die zukünftige Stellung der Animation in der Architekturdarstellung

In der Computerdarstellung arbeiten die räumliche und die bewegte Darstellung häufig zusammen. Das zentrale Thema dieser Entwicklungen ist die Schaffung einer virtuellen Realität. Der Bildschirm ist eigentlich zweidimensional, der Tiefeneindruck entsteht erst durch eine perspektivische Hintergrundgrafik. Das aufwendige Konzept der 3D-Darstellung auf dem Bildschirm zeichnet sich nicht nur durch die Renderleistung, sondern auch durch die Anzahl der Texturen aus.

Leistungsfähige 3D-Beschleuniger können eine hohe Zahl von bewegten 3D-Objekten darstellen. Eine Bildschirmauflösung von 640 x 480 Bildpunkten bei 65536 Farben gilt als Mindestqualität, damit eine annähernd fotorealistische Darstellung erzeugt werden kann. Die elektronische 3D-Darstellung basiert auf der Geometrie von Dreiecken, aus denen Objekte in beliebiger Form aufgebaut werden können. 3D-Chips sind fähig, nicht nur die Bildschirmkoordinaten X und Y, sondern auch die Z-Koordinaten zu speichern. Mit zusätzlicher Speicherkapazität können diese Grafikchips noch weitere Tiefeninformationen unterscheiden, z. B. die teilweise oder vollständige Verdeckung von Objekten. Im Vergleich zur 2D-Darstellung benötigt eine 3D-Darstellung mit Computer deutlich mehr Speicherplatz und wesentlich schnellere Grafikkarten.¹

Der Aufbau der gekrümmten Flächen wird heutzutage mit der Shaping-Technik gelöst, anstatt früher durch die Zusammensetzung von Polygonen. Die Shaping-Technik arbeitet mit dem Texture-Mapping. Der Chip kann Texturen so verbeulen, dass sie durch eine Anzahl von gegebenen Stützpunkten hindurchlaufen, runde Körper lassen sich dadurch mit relativ wenig Koordinatensätzen erzeugen.² Der Ansatz dieser Technik im Programm z. B. VectorWorks ermöglicht, runde Körper in der Architektur exakt darzustellen.

Die Simulation des realen Raums durch computerholografische Videos oder Volumendisplays ist eine der beeindruckendsten Forschungen im Computerbereich.

Das hier verfolgte Prinzip der Computerholografie ist eigentlich schon seit Beginn des 20. Jahrhunderts bekannt: Die Augen übermitteln dem Gehirn zwei verschiedene Ansichten derselben Szene. Das Stereo-Sehen kann mit Hilfe von Spiegeln (von Wheatstone anno 1838 vorgeführt), Farben-, Polarisations- oder Schutter-Brillen erreicht werden.³

Das Ideal einer dreidimensionalen Darstellung ist eine Abbildung im Raum. Um sie könnte man herumgehen und das Objekt von allen Seiten betrachten. Die Bilderzeugung im Raum (statt auf einer oder zwei Flächen) könnte darin bestehen, nacheinander Schnittbilder des Objektes in schneller Abfolge im Raum zu stapeln. Diese Idee wurde auf verschiedene Weise verwirklicht. Seit Mitte der sechziger Jahre werden schwingende oder rotierende Projektionsflächen eingesetzt.⁴ Mit dieser Methode ist jedoch eine anfängliche Verzerrung der Bilder unvermeidlich. Ende der siebziger Jahre wurde ein System mit einer rotierender Schraubenfläche (Helix) von Prof. R. Hartwig, in Zusammenarbeit mit Heidelberger Forschern, entwickelt.⁵ Damit wurde die von Computer generierte Darstellung in Echtzeit geboren.

Die Anwendung der Echtzeit-Darstellung ist zur Zeit in der Praxis noch gering, denn sie benötigt sehr hohe Leistungsfähigkeit mit einer entsprechend komplexen Ausrüstung des Computers. Die rasante Entwicklung der Computertechnik wird diese Technik in absehbarer Zeit zum neuen Industriestandard entwickeln. Genauso wie die Entwicklung der Animation, wird diese Technik unsere Denk- und Arbeitsweise wieder einmal grundsätzlich verändern. Mit der zunehmenden Verbreitung dieser neuen Technik werden die heute noch populäre Animation und die von der darstellenden Geometrie unterstützten traditionelle Zeichnung unvermeidlich neu positioniert.

1 vgl. Bertuch: in: c't 9/95, S. 122-131.

2 vgl. Bertuch: in: c't 9/95, S. 122-131..

3 vgl. Kuhlmann: in: c't 25/01, S. 94-100.

4 vgl. Kuhlmann: in: c't 25/01, S. 94-100.

5 vgl. Kuhlmann: in: c't 25/01, S. 94-100.

Es drängt sich nun die Frage auf, ob die neue Technik die „alten“ Methoden ersetzen wird, oder ob sie weiterhin nebeneinander existieren werden? Die Antwort kann jedoch nicht mit einem definitiven Ja oder Nein beantwortet werden. Die Menschen sind zwar lernfähig, brauchen jedoch eine gewisse Zeit, um sich an einen neuen Entwicklungsstand zu gewöhnen. Grundsätzliche Änderungen geschehen über Generationen. Im Laufe dieser Änderung wird es einen Zustand geben, in dem die neue und die alte Technik parallel genutzt werden. Die neue Technik wird sich jedoch durchsetzen und die Anwendung der bisherigen Techniken immer mehr in den Hintergrund drängen.

Es darf hierbei aber nicht vergessen werden, dass die neue Technik auf den „alten“ Techniken aufbaut. Wir befinden uns in einer Generation, in der das Neue und das Alte aufeinanderstossen. Die Verantwortung unserer Generation ist sowohl die Pflege der alten Methoden, als auch das Erlernen der neuen Methoden.

Der Eröffnung einer neuen Darstellungswelt liegt i. d. R. die Entwicklung eines neuen Werkzeugs zugrunde. Dabei entsteht ein neuer Darstellungsstil, der stark von der Anwendung des neuen Werkzeugs geprägt ist. Viele Definitionen der Darstellungsstile wurden mit den Namen der Werkzeuge benannt, z. B. Lithografie, Fotografie, Holzschnitt und Kupferstrich. So verhält es sich auch mit der Animation in der Architektur. Animation führt die Architektur direkt in das neue Aufgabengebiet der virtuellen Realität. Der Cyberspace ist eine neue Welt, in der die Architektur einer Vereinigung von Raum und Zeit entspricht. Der aktuelle Cyberspace ist von einer ästhetischen und künstlerischen Qualität noch weit entfernt.

„Kunst entsteht, wenn der Ausdruck ein Optimum ist, d. h. wenn er in seiner Höchstintensität im Biologischen wurzelnd, zielbewusst, eindeutig, rein ist.“¹

Erst wenn wir die Technik beherrschen, können wir mittels des neuen Werkzeugs eine neue Kunst entwickeln. Die Gefahr der kommerziellen Überschwemmung mit einer „schönen neuen Welt“ kann nur durch unsere Fähigkeit in der neuen Technik bekämpft werden. Die folgende Aussage von Moholy-Nagy schließt dieses Kapitel ab:

„Die Wirklichkeit ist der Maßstab des menschlichen Denkens. Durch sie orientieren wir uns im Universum. Die Gegenwärtigkeit der Zeit -die Wirklichkeit dieses Jahrhunderts- bestimmt, was wir begreifen und was wir noch nicht verstehen können. Und diese Wirklichkeit unseres Jahrhunderts ist die Technologie: die Erfindung, Konstruktion und Wartung von Maschinen. Maschinen benutzen, heißt im Geist des Jahrhunderts handeln. Vor den Maschinen ist jedermann gleich. Ich kann sie benutzen, du kannst sie ebenfalls benutzen. Sie kann mich erschlagen, sie kann auch dich erschlagen. Die Technologie kennt keine Tradition und kein Klassenbewusstsein. Jeder kann Herr über die Maschine sein oder ihr Sklave...“²

1 Moholy-Nagy: S. 15.

2 Sibly Moholy-Nagy: S. 31.

Die Entwicklung der Architekturanimation ähnelt der der Filmtechnik, da diese auch das Einzelbild nicht ersetzt hat. Die Animation wird demnach die traditionellen Darstellungsmethoden nicht ersetzen, sondern ergänzen. Mit ihrer Vollständigkeit in der Darstellung wird sie sich jedoch schnell zu einer eigenständigen Kunst in der Architekturdarstellung entwickeln und dadurch eine wichtige Position in der modernen Zeit einnehmen.

7 Resümee

Von Beginn an versucht die Menschheit den dreidimensionalen Anschauungsraum auf ebene Bildträger abzubilden. Künstler der Renaissance entdecken die Perspektive. Mathematiker formulieren mit der Darstellenden Geometrie die zugehörigen Abbildungsgesetze sowohl für die Parallelprojektion (Axonometrie) als auch für die Zentralprojektion (Perspektive). Nicht gelöst bleibt zunächst das Problem der Darstellung von Zeit. Zeit ist in den Dimensionen des Raumes nicht enthalten. Sie wird auch als vierte Dimension bezeichnet und ist stets gegenwärtig.

Die Darstellung von zeitlich bedingten Veränderungen scheint nach der Lösung der Raumdarstellung nicht mehr von solch grundsätzlicher Schwierigkeit zu sein. Sie stellt sich in erster Linie als technisches Problem dar. Die Schlüsselidee dazu war die stroboskopische Darstellung, also die Zerlegung zeitlicher Vorgänge in Einzelteile (Einzelbilder) und die anschließende Zusammensetzung dieser Einzelbilder. Zum Betrachten der Darstellung von Bewegung in der Zeit sind die entsprechenden Vorführapparaturen zwingende Voraussetzung. Nur mit technischen Hilfsmitteln lässt sich das flüssige Abspulen hintereinander gereihter Bilder (Grafischer Darstellungen) realisieren und damit dem Auge des Betrachters die Illusion von Bewegung erleben.

Der technische Aufwand hat die verbreitete Anwendung der bewegten Darstellung lange Zeit verhindert. Mit dem Computer und den sich ständig fortentwickelnden Anwendungsprogrammen stehen inzwischen leistungsfähige Werkzeuge zur Animation und Simulation zur Verfügung. Computerprogramme erleichtern wesentlich den Arbeitsaufwand der bewegten Darstellung. Aus diesem Grund hat Animation sich in kurzer Zeit schnell zu einer leicht handzuhabenden Darstellungsmethode entwickelt. Wie bei allen Neuentwicklungen setzt nach einer anfänglich begeisterten Anwendung eine Phase der Ernüchterung ein. Der Einsatz bewegter Darstellungen wird zu einem festen Bestandteil der Architekturdarstellung werden. Zu klären bleibt in Zukunft das Verhältnis zwischen der traditionellen statischen und der animierten Darstellung.

Die Untersuchung der Arbeit beweist, dass der ästhetische Wert der bewegten Darstellung genauso wichtig wie in der statischen Darstellung ist. Wie für alle neuen Darstellungsmethoden sind auch hier neue Qualitätskriterien zu finden und zu entwickeln. Die hinzugekommene Arbeit ist die Gestaltung der Bewegung. Hier wird die Bewegung in zwei Kategorien unterschieden: die Bewegung in der inhaltlichen Darstellung und die Bewegung des Bilderwechsels. Stand in den vergangenen Jahren mehr die Lösung technischer Probleme im Vordergrund, muss in der Zukunft die Aufmerksamkeit mehr der inhaltlichen Qualität gelten. Dies ist ein typischer Vorgang bei Einführung neuer Techniken: erst nach Beherrschung der Werkzeuge und Methoden ist eine inhaltliche Verfeinerung und die Ausbildung von Qualitätsstandards möglich. Diese Standards im positiven Sinne mitzugestalten ist Aufgabe der Hochschulen und speziell für die Architekturausbildung Aufgabe der Kurse in Architekturdarstellung.

Unbestritten findet die Animation als Darstellungsmedium in der Architekturpräsentation heutzutage wachsende Anwendung. Es ist erforderlich, die Gestaltungstheorie der Bewegung in der Lehre der Architekturdarstellung einzuführen. Die Lehre darf sich nicht auf

die Vermittlung der Programme beschränken. Ebenso wichtig ist die Diskussion über die Gestaltungsmethode und -qualität. In Bezug auf obige Feststellungen lassen sich drei Ziele für die Ausbildung formulieren:

1. Die theoretischen Grundlagen.
2. Der Umgang mit den Werkzeugen (Hard- und Software).
3. Die Analyse erarbeiteter Beispiele und der Vergleich mit.

Diese Dissertation versucht mit der Darstellung der historischen Entwicklung und der theoretischen Grundlagen der bewegten Darstellung in der Architektur einen Grundstein für die Entwicklung von Ausbildungsbausteinen und Qualitätskriterien für Animationen zu legen.

Auf der Basis dieser Arbeit soll das Thema der Darstellung von Bewegung im zukünftigen Lehrprogramm vermehrt systematisch unterrichtet und diskutiert werden. Die Studenten können durch ihr praktische Übung am Papier oder PC, die fundierte theoretischen Kenntnisse des Themas der bewegten Darstellung erlangen. Die vorliegende Untersuchung bietet einen klaren Überblick über die Entwicklungsschritte der bewegten Darstellung und den Einsatzsituation der verschiedenen Methoden. Die Studenten werden lernen zu beurteilen, in welcher Situation die geeigneten Methoden anzuwenden sind. Es soll dadurch verhindert werden, dass die Lehre sich zu sehr auf eine Methode konzentriert. Eine bezüglich der Darstellung facettenreiche, breit angelegte Ausbildung der Architekturstudenten zielt auf einen flexiblen Einsatz der Darstellungsmethoden im späteren Berufsleben.

Literaturverzeichnis

- Arnheim, Rudolf: Kunst und Sehen, eine Psychologie des schöpferischen Auges, Neufassung ins deutsche Übertragen von Hans Hermann, Walter de Gruyter, Berlin/New York 1978.
- Barner, Martin / Flohr, Friedrich: Darstellende Geometrie, 12. Aufl., Heidelberg/Wiesbaden 1991.
- Bertuch, Manfred: Es kocht und brodelt, 3D-Projekte der Grafikchiphersteller, in: C't 9/95, Hannover 1995, S. 122-131.
- Betsky, Aaron: Jenseits des Rechten Winkels, in: Zaha Hadid - Das Gesamtwerk, Stuttgart 1998, S. 8-20.
- Bittner, Uvo: Architekturdarstellung – die Rolle von CAD, Versuch einer Einordnung, Diss., Frankfurt am Main 1996.
- Boeck, Wilhelm: Picasso, Stuttgart 1955.
- Busch, Bernd: Belichtete Welt, eine Wahrnehmungsgeschichte der Fotografie, Frankfurt am Main 1995.
- Busch, Wilhelm: Hans Huckebein, -der Unglücksrabe, in: Das Goldene Wilhelm Busch Album, Hrsg.: Gerhard Flügge, S. 37-45, Hannover 1996.
- Cohn, William: Chinesische Malerei, London 1948.
- Cole, Alison: Bild Erlebnis Kunst – Perspektive, Stuttgart/Zürich 1993.
- Dranch, Doris: Begriff und Grundprinzipien der Animation, in: Dynamische Visualisierung, Grundlagen und Anwendungsbeispiele für kartografische Animationen, Hrsg.: Gerd Buziek, Doris Dransch und Wolf-Dieter Rase, Berlin/Heidelberg/New York 2000, S. 5-13.
- Duden Deutsches Universal Wörterbuch A-Z, Hrsg.: wissenschaftlicher Rat und die Mitarbeiter der Dudenredaktion unter der Leitung von Günther Drosdowski, 2. Aufl., Mannheim/Leipzig/Wien/Zürich 1989.
- Ernst, Bruno: Der Zauberspiegel des M. C. Escher, Berlin 1999.
- Fiedler, Jeannine / Feierabend, Peter (Hrsg.): Bauhaus, Köln 1999.
- Fiensch, Günther: Die Darstellung der Bewegung in der Historienmalerei der italienischen Renaissance. Diss., Münster 1937.

- Forch, Carl: Der Kinematografie und das sich bewegende Bild, -Geschichte und Technische Entwicklung der Kinematografie bis zur gegenwart, Wien/Leipzig 1913.
- Franz, Erich: Räume, Die im Sehen entstehen, ein Führer zu sämtlichen Bauten Balthasar Neumanns, Stuttgart 1998.
- Frayling, Christopher / Frayling, Helen / Van der Meer, Ron: Das Kunst-Packet, Ars. Edition, München 1993.
- Geyer, Bernard: Schein Welten, Die Geschichte der Perspektive, Leipzig 1994.
- Gombrich, Ernst: Wege zur Bildgestaltung, vom Einfall zur Ausführung, Hrsg. Von der gemeinsamen Kommission der Rheinisch-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Gerda Henkel Stiftung, Opladen 1989.
- Gregory, Richard Langton: Eye and Brain, the psychology of seeing. Oxford 1966.
- Grossklaus, Götz: Medien-Zeit, Medien-Raum, zum Wandel der raumzeitlichen Wahrnehmung in der Moderne, Frankfurt am Main 1995.
- Haag Bletter, Rosemarie: Frank Gehrys Raumrekonstruktion. in: Frank Gehry und seine Architektur, anlässlich einer Ausstellung der Hauptwerke von 1964-1986 dieses Architekten, die vom Walker Art Center organisiert wurde, veröffentlicht, Basel 1998.
- Haarmann, Harald: Universalgeschichte der Schrift, Frankfurt/New York 1991.
- Helmholtz, Hermann von: Die Tatsachen in der Wahrnehmung. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt 1959 – Reprgr. D. Ausg. Berlin 1879 bzw. aus: Helmholtz: Philosoph. Aufsätze, Leipzig 1887.
- Helmholtz, Hermann. von: Über das Sehen des Menschen. In: Vorträge und Reden. Band 1, Aufl. 5, Braunschweig 1903.
- Heerich, Erwin: Museum Insel Hombroich, Kunsthaus Bregenz, Hrsg.: Archiv Kunst Architektur Werkdokument, Stuttgart 1996.
- Herzog, Thomas: Expodach, Symbolbauwerk zur Weltausstellung Hannover 2000, München/London/New York 2000.
- Hirche, Mathias: Architekturdarstellung und ihre Wirkung auf Planungslaien, Berlin 1986.
- Informationsdienst Holz: Reihe 1, Entwurf und Konstruktion, Teil 3, Wohn- und Verwaltungsbauten, Dokumentation Holzbauten in Baden-Württemberg, Merzhausen, o. J.
- Jacoby, Helmut: Architekturdarstellung / Architectural Rendering, Stuttgart 1971.

- Jacoby, Helmut: Meister der Architekturzeichnung, Hrsg. von Wolfgang Voigt, Frankfurt am Main, 2001.
- Kempkes, Wolfgang: Comics und Film, ein Vergleich. in: Comics Strip, Geschichte, Struktur, Wirkung und Verbreitung der Bildergeschichte, Kunsthalle Nürnberg am Marientor, Eine Ausstellung der Akademie der Künste, Berlin, 6. November bis 13. Dezember 1970, S. 32-35.
- Klotz, Heinrich: Revision der Moderne, Postmoderne Architektur 1960-1980, München 1984.
- Knebel, Nikolaus: Wohnhaus in Kawagoe-shi, Japan Shigeru Ban, in Baumeister 4/01, S. 56-61, München 2001.
- Koch, Wilfried: Baustil Kunde, das große Standardwerk zur europäischen Baukunst von der Antike bis zur Gegenwart, München 1994.
- Kuhlmann, Ulrike: Über den Tellerrand, Räumliche Darstellung auf Flachdisplay, in: C't 25/01, S. 94-100.
- Küppers, Harald: Die Farbenlehre der Fernseh-, Foto- und Drucktechnik. Farbenlehre der visuellen Kommunikationsmedien. Dumont-Verlag, Köln 1985.
- Kuperberg, Marcia: a guide to computer animation for tv, games, multimedia and web, Oxford 2002.
- Lehmann, Dirk: Sehen; in: GEO EXTRA 90002, S. 93-S.108.
- Leopold, Cornelia: Geometrische Grundlagen der Architekturdarstellung, Stuttgart 1999.
- Lynch, Kevin: Das Bild der Stadt, Wien 1965.
- Maddox, Conroy: Dali, Aufl. 3, Köln 1985.
- Metzger, Wolfgang: Gesetze des Sehens, Frankfurt am Main 1975.
- Moholy-Nagy, László: Malerei – Fotografie – Film, Mainz 1967.
- Moholy-Nagy, Sibyl: László Moholy-Nagy, ein Totalexperiment, Mainz 1972.
- Pardey, Andres: Zur Bilderzählung, Strukturen der Narration im Werk Hans Holbien des Jüngeren, Diss., Basel 1996.
- Pavillon Venezuela, in: Architektur mit Stahl zur Weltausstellung Expo 2000: Dokumentation 554, Stahl-Information-Zentrum, o.J.
- Riha, Karl: Grotteske, Kommerz, Revolte, zur Geschichte der Comics-Literatur. in: Comics Strip, Geschichte, Struktur, Wirkung und Verbreitung der Bilderge-

- schichte, Kunsthalle Nürnberg am Marienort, Eine Ausstellung der Akademie der Künste Berlin, 6. November bis 13. Dezember 1970, S. 7-11.
- Ristow, Jürgen: vom Geisterbild zum Breitwandfilm, Leipzig 1989.
 - Robin, Harry: Die wissenschaftliche Illustration, von der Höhlenmalerei zur Computergrafik, Historisches Vorwort von Daniel J. Kevles, Basel/Boston/Berlin 1992.
 - Saad, Sadek Ahmed Sadek: Die visuellen und ästhetischen Faktoren, die die Gestaltung der städtischen Räume beeinflussen, am Beispiel von Kairo, Diss. an der Technischen Universität Wien, Fakultät für Raumplanung und Architektur, Wien 1994.
 - Sassmannhausen, Volker: Architektur und Simulation, Animation als manipulierbares Darstellungswerkzeug in der Architektur, Diss. TU Berlin 1998.
 - Schmidt-Bergmann, Hansgeorg: Futurismus, Geschichte, Ästhetik, Dokumente, hrsg. von Burghard König, rowohlt's enzyklopädie Hamburg 1993.
 - Sellenriek, Jörg: Zirkel und Lineal, Kulturgeschichte des Konstruktive Zeichnens, Verlag Callwey, München 1987.
 - Sexl, Roman / Schmidt, HERBERT K.: Raum - Zeit - Relativität, Aufl. 2, Braunschweig/Wiesbaden 1979.
 - Slaby Steve M.: Seeing is (or is not) believing? in: Proceedings, 7th international Conference on Engineering Computer Graphics and Descriptive Geometry, Cracow 18-22 Juli 1996, S. 8-10.
 - Spengemann, Karl-Ludwig: Architektur Wahrnehmen, Bielfeld 1993.
 - Suter, Johanna: Wahrnehmungspsychologische Grundlagen der Filmtechnik, <http://visor.unibe.ch/ws00/kunst/protokolle/filmtechnik.pdf>, o.O. 2000.
 - Uhl, Johannes: Zeichnen und Entwerfen, eine Kompositionslehre in Strichfolgen, nicht nur für Architekten, Basel 1998.
 - Warncke, Carsten-Peter: Pablo Picasso 1881-1973, Teil I, Hrsg. von Ingo F. Walther, Bonn 1997.
 - Webster's New Encyclopedic Dictionary, Deutschland 1994.
 - Wigley, Mark: Die Architektur der Atmosphäre - Konstruktion von Atmosphäre, in: Daidalos 68, Berlin 1998.

Internet-Recherche

- <http://www.buchhandlung-walther-koenig.de>
- <http://www.uni-kl.de/AG-Leopold/>
- <http://www.vogel-gp.ch/Curios/HogarthText.html>
- http://www.mursch.de/m_biograf.htm
- <http://www.archinform.net>
- http://www.bautz.de/bbkl/r/rubens_p_p.s.shtml
- <http://www.wilhelm-busch-seiten.de/>
- <http://www.arte-tv.com>
- <http://home.tronet.de>
- <http://www.wissen.de>
- http://www.fondation-hermitage.ch/expos/futurisme/futurisme_artistes_d.html
- <http://www.diacenter.org/exhibs/riley/images.html>
- http://www.artchive.com/artchive/ftptoc/hockney_ext.html
- <http://www.xrefer.com/entry/252546>
- <http://www.btinternet.com/~owen.n/critical/study/lomazzo.html>
- <http://www.noteaccess.com/Texts/Alberti/>
- <http://www.futurism.org.uk/crali/>
- http://www.masters-of-photography.com/M/muybridge/muybridge_descending_stairs_full.html
- http://www.acmi.net.au/AIC/MAREY_BIO.html
- http://www.artchive.com/artchive/ftptoc/duchamp_ext.html
- <http://www.bau-kultur.de/lichtwege/gang/gang.htm>
- <http://www.bau-kultur.de/lichtwege/treppe/treppe.htm>
- <http://www.escher.freemove.co.uk/escher/RELATIVITY.jpg>

- <http://www.schwabe.ch/docs/neu98-99/1071-X.htm>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Lomazzos Kunsttempel. Quelle: http://www.btinternet.com/~owen.n/critical/study/lomazzo.html	2
Abbildung 2	Kampfszene, Michelangelo, um 1506. Quelle: Gombrich, Ernst: Wege zur Bildgestaltung, vom Einfall zur Ausführung, Hrsg. Von der gemeinsamen Kommission der Rheinisch-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Gerda Henkel Stiftung, Opladen 1989, S. 54	9
Abbildung 3	Alte ägyptische Hieroglyphenschrift für „umdrehen, umstützen“. Quelle: Haarmann, Harald: Universalgeschichte der Schrift, Frankfurt/New York 1991, S.133	11
Abbildung 4	altsumerische Bildzeichen. Quelle: Haarmann, Harald: Universalgeschichte der Schrift, Frankfurt/New York 1991, S.134	11
Abbildung 5	Der Ausdruck „Lernen“ in Chinesisch. Quelle: Haarmann, Harald: Universalgeschichte der Schrift, Frankfurt/New York 1991, S. 175	12
Abbildung 6	Architektonische Perspektive, Jan Vredeman de Vries, 1604. Quelle: Robin, Harry: Die wissenschaftliche Illustration, von der Höhlenmalerei zur Computergrafik, Historisches Vorwort von Daniel J. Kevles, Basel/Boston/Berlin 1992, S. 203	13
Abbildung 7	Hinweise mit Pfeilen für Papierfaltung. Quelle: Haarmann, Harald: Universalgeschichte der Schrift, Frankfurt/New York 1991, S. 36	14
Abbildung 8	Europäische Anordnung der Risszeichnung. Quelle: Leopold, Cornelia: Geometrische Grundlagen der Architekturdarstellung, Stuttgart 1999, S. 43	15
Abbildung 9	Fingerzeichnung in der Höhle von Altamira / Spanien. Quelle: Sellenriek, Jörg: Zirkel und Lineal, Kulturgeschichte des Konstruktiven Zeichnens, Verlag Callwey, München 1987, S. 9.	16
Abbildung 10	Flachrelief der Grabkammer der Wu-Familie. 147-167 n. Chr.. Quelle: Cohn, William: Chinesische Malerei, London 1948, Bild 2 und Bild 3	17
Abbildung 11	Der Höllensturz der Verdammten, Peter Paul Rubens, ca. 1614-1618. . Quelle: http://www.schwabe.ch/docs/neu98-99/1071-X.htm	18
Abbildung 12	Charge of the Lancer, Tempera and Collage on Pasteboard, Umberto Boccioni 1915. Quelle: http://www.artchive.com/artchive/ftptoc/hockney_ext.html	19
Abbildung 13	Deckenfresko in Sant'Ignazio, Rom, Andrea Pozzo, 1691-94. Quelle: Cole, Alison: Bild Erlebnis Kunst – Perspektive, Stuttgart/Zürich 1993, S. 40.	20
Abbildung 14	Sturzflug auf die Stadt, Öl auf Tuch, Tullio Crali, Mailand 1939. Quelle: http://www.futurism.org.uk/crali/	21

Abbildung 15	Les Demoiselles d' Avignon, Öl auf Leinwand, Pablo Picasso, Paris Juni-Juli 1907. Quelle: Warncke, Carsten-Peter: Pablo Picasso 1881-1973, Teil I, Hrsg. von Ingo F. Walther, Bonn 1997, S. 159	22
Abbildung 16	Frauenbildnis, Picasso, 1943. Quelle: Boeck, Wilhelm: Picasso, Stuttgart 1955, S. 474	23
Abbildung 17	Hannah Höch, fotografiert von L. Moholy-Nagy. Quelle: Moholy-Nagy, László: Malerei – Fotografie – Film, Mainz 1967, S. 97.	25
Abbildung 18	Kasmin, Composite Polaroid, David Hockney, Los Angeles 1982. Quelle: http://www.artchive.com/artchive/ftptoc/hockney_ext.html .	26
Abbildung 19	Erst wägen, dann wagen, ca. 1922 Fotomontage, Moholy-Nagy. Quelle: Moholy-Nagy, Sibyl: László Moholy-Nagy, ein Totalexperiment, Mainz 1972, S. 34	27
Abbildung 20	Großstadt (Metropolis) - Fotocollage, Paul Citroën 1923, (Reproduktion der Originalfotocollage, 1969). Quelle: Fiedler, Jeannine / Feierabend, Peter (Hrsg.): Bauhaus, Köln 1999, S. 585.	28
Abbildung 21	Herbstkannibalismus, Salvador Dali, 1936-37. Quelle: Maddox, Conroy: Dali, Aufl. 3, Köln 1985, S. 52	29
Abbildung 22	Caratact III, 1967, Bridget Riley. Quelle: http://www.diacycenter.org/exhibs/riley/images.html	30
Abbildung 23	Paeon, acrylic on canvas, 114x113 inches 1973, Bridget Riley. Quelle: http://www.diacycenter.org/exhibs/riley/images.html	30
Abbildung 24	Movement in Squares, tempera on board, Bridget Riley, 1961. Quelle http://www.diacycenter.org/exhibs/riley/images.html	31
Abbildung 25	Akt beim Hinabschreiten und Drehen, Eadweard Muybridge, 1884-85. Quelle: http://www.masters-of-photography.com/M/muybridge/muybridge_descending_stairs_full.html	32
Abbildung 26	Der Marsch des Soldaten, Chronofotografie, Etiene Jules Marey, 1882. Quelle: http://www.acmi.net.au/AIC/MAREY_BIO.html	32
Abbildung 27	Akte, eine Treppe herabsteigend Nr. II, Öl auf Leinwand, Marcel Duchamp, 1911-1912. Quelle: http://www.artchive.com/artchive/ftptoc/duchamp_ext.html	33
Abbildung 28	Ausschnitt aus „Der Unglücksrabe“, Wilhelm Busch. Quelle: Busch, Wilhelm: Hans Huckebein, -der Unglücksrabe, in: Das Goldene Wilhelm Busch Album, Hrsg.: Gerhard Flügge, S. 37-45, Hannover 1996, S. 37.	35
Abbildung 29	Stampfers Stroboskop. Quelle: Ristow, Jürgen: vom Geisterbild zum Breitwandfilm, Leipzig 1989, S. 29.	41
Abbildung 30	Ein Ausschnitt der Filmaufnahme von Hirschfeld-Macks Reflektorische Lichtspiele. Quelle: Moholy-Nagy, László: Malerei – Fotografie – Film, Mainz 1967, S. 82.	44

Abbildung 31	Funktionsoberfläche eines Animationsprogramms. Quelle: Programmoberfläche von Macromedia Flash 4	46
Abbildung 32	Der vereinfachte Sehvorgang. Quelle: Leopold, Cornelia: Geometrische Grundlagen der Architekturdarstellung, Stuttgart 1999, S. 21	47
Abbildung 33	Die Wirkungskette zwischen Licht und Farbenempfindung mit physikalischer, physiologischer und psychologischer Komponente. Quelle: Eigene Zusammenführung von Abbildungen aus: Bittner, Uvo: Architekturdarstellung – die Rolle von CAD, Versuch einer Einordnung, Diss., Frankfurt am Main 1996 S. 26; und Lehmann, Dirk: Sehen; in: GEO EXTRA 90002, S. 93	48
Abbildung 34	Ein Vergleich der Sichtweite zwischen Kaninchen, Taube und Mensch Quelle: Lehmann, Dirk: Sehen; in: GEO EXTRA 90002, S. 96.	49
Abbildung 35	Bild/Netzhaut System und Auge/Kopf System Quelle: Gregory, Richard Langton: Eye and Brain, the psychology of seeing. Oxford 1966, S. 100	50
Abbildung 36	Pavillon von Venezuela, EXPO 2000, Hannover, Architekt Fruto Vivas (Caracas) Quelle: Pavillon Venezuela: in: Architektur mit Stahl zur Weltausstellung Expo 2000, S. 41	62
Abbildung 37	Das Wohnhaus in Kawagoe-shi/Japan, 2001, Shigeru Ban Quelle: Knebel, Nikolaus: Wohnhaus in Kawagoe-shi, Japan Shigeru Ban, in Baumeister 4/01, S. 56-61, München 2001, S. 57	63
Abbildung 38	Das drehbare Solarhaus „Heliotrop“ in Merzhausen bei Freiburg, Architekt: Rolf Disch Freiburg, 1993-94 Quelle: Informationsdienst Holz: Reihe 1, Entwurf und Konstruktion, Teil 3, Wohn- und Verwaltungsbauten, Dokumentation Holzbauten in Baden-Württemberg, Merzhausen, o. J.	64
Abbildung 39	Video Clips Folly, Groningen, 1990, Coop Himmelb(l)au Quelle: Informationsdienst Holz: Reihe 1, Entwurf und Konstruktion, Teil 3, Wohn- und Verwaltungsbauten, Dokumentation Holzbauten in Baden-Württemberg, Merzhausen, o. J.	65
Abbildung 40	Frederick R. Weisman Museum, Frank O. Gehry 1990/1993 Quelle: Haag Bletter, Rosemarie: Frank Gehrys Raumrekonstruktion. in: Frank Gehry und seine Architektur, anlässlich einer Ausstellung der Hauptwerke von 1964-1986 dieses Architekten, die vom Walker Art Center organisiert wurde, veröffentlicht, Basel 1998, S. 125	66
Abbildung 41	Wahrnehmung von Raum in Bezug auf den Standort des Betrachters Quelle: Saad, Sadek Ahmed Sadek: Die visuellen und ästhetischen Faktoren, die die Gestaltung der städtischen Räume beeinflussen, am Beispiel von Kairo, Diss. an der Technischen Universität Wien, Fakultät für Raumplanung und Architektur, Wien 1994, S. 81	70
Abbildung 42	Wahrnehmungsqualität bei unterschiedlicher Betrachtungsgeschwindigkeit Quelle: Spengemann, Karl-Ludwig: Architektur Wahrnehmen, Bielfeld 1993, S. 23.	71

- Abbildung 43 Frederick R. Weisman Museum, 1990/1993, Frank O. Gehry
Quelle: Haag Bletter, Rosemarie: Frank Gehrys Raumrekonstruktion. in: Frank Gehry und seine Architektur, anlässlich einer Ausstellung der Hauptwerke von 1964-1986 dieses Architekten, die vom Walker Art Center organisiert wurde, veröffentlicht, Basel 1998, S. 120 73
- Abbildung 44 Die Veränderung der Stadt Aarau im Jahre 1953, 1959, 1969, 1978
Quelle: Saad, Sadek Ahmed Sadek: Die visuellen und ästhetischen Faktoren, die die Gestaltung der städtischen Räume beeinflussen, am Beispiel von Kairo, Diss. an der Technischen Universität Wien, Fakultät für Raumplanung und Architektur, Wien 1994, S. 100 74
- Abbildung 45 Architekturzeichnungen am Beispiel das DIN-Haus
Quelle: Hirche, Mathias: Architekturdarstellung und ihre Wirkung auf Planungslaien, Berlin 1986, S. 11-17 77
- Abbildung 46 Anschaulichkeit und Massgerechtigkeit der Zeichnung
Quelle: Barner, Martin / Flohr, Friedrich: Darstellende Geometrie, 12. Aufl., Heidelberg/Wiesbaden 1991, S. 5 78
- Abbildung 47 Der Turm auf Museumsinsel in Hombroich, Erwin Heerich 1994, dargestellt in Risszeichnungen, Axonometrie und Perspektive
Quelle: Eigene Zusammenstellung, Zeichnung links: Eigene AutoCad-Zeichnung; Zeichnung mittel: studentische Arbeit aus dem Wintersemester 98/99, Fachbereich Architektur / Uni-Hannover, Makus Pabkse; Zeichnung rechts: studentische Arbeit aus dem Wintersemester 98/99, Fachbereich Architektur / Uni-Hannover, Kerstin Reileman 78
- Abbildung 48 Grundriss, Schnitt und Schnittaxonometrie,
Villa Savoye, 1929-31, Le Corbusier
Quelle: Koch, Wilfried: Baustil Kunde, das große Standardwerk zur europäischen Baukunst von der Antike bis zur Gegenwart, München 1994, S. 389. 80
- Abbildung 49 Casa Rotonda, Stabio, 1980-82, Mario Botta
Quelle: Klotz, Heinrich: Revision der Moderne, Postmoderne Architektur 1960-1980, München 1984, S. 37 80
- Abbildung 50 Kunst- und Architekturgebäude, Yale Universität/USA,
Paul Rudolph 1958
Quelle: Jacoby, Helmut: Architekturdarstellung / Architectural Rendering, Stuttgart 1971, S. 95 81
- Abbildung 51 Explosionsaxonometrie der Kirche in Pienza, Italien
Quelle: Geyer, Bernard: Schein Welten, Die Geschichte der Perspektive, Leipzig 1994, S. 13 82
- Abbildung 52 Darstellung des räumlichen Erlebnisses durch mehrere ausgewählte Perspektive, gezeichnet von Helmut Jacoby 1994
Quelle: Jacoby, Helmut: Meister der Architekturzeichnung, Hrsg. von Wolfgang Voigt, Frankfurt am Main, 2001, S. 156-157 83
- Abbildung 53 Darstellung der Atmosphäre in einer perspektivischen Zeichnung
Quelle: Darstellerin: Kerstin Reilmann, WS 9899, Fachbereich Architektur, Universität Hannover. Das Objekt ist der Turm auf der Museumsinsel Hombroich, Architekt: Erwin Heerich 85

- Abbildung 54 Roosevelt Field Shopping Center, Long Island, New York, Architekturbüro I. M. Pei & Partner, Darsteller C. K. Chen 1955
Quelle: Jacoby, Helmut: Architekturdarstellung / Architectural Rendering, Stuttgart 1971, S. 108-109 85
- Abbildung 55 Entwurf für einen neuen Bahnhof, Ludwigshafen/Deutschland Architekturbüro Van den Broek & Bakema, Frans Hooykaas 1964
Quelle: Jacoby, Helmut: Architekturdarstellung / Architectural Rendering, Stuttgart 1971, S. 74 86
- Abbildung 56 Digitale Architekturdarstellung, Lichtwege-Gang und Lichtwege-Treppe, Volker Henne, TU Darmstadt Nov. 2000
Quelle: <http://www.bau-kultur.de/lichtwege/gang/gang.htm>; <http://www.bau-kultur.de/lichtwege/treppe/treppe.htm> 87
- Abbildung 57 The Peak Hongkong - Darstellung von Tag und Nacht, 1982/1983 Zaha Hadid
Quelle: Betsky, Aaron: Jenseits des Rechten Winkels, in: Zaha Hadid - Das Gesamtwerk, Stuttgart 1998, S. 8-9 89
- Abbildung 58 Grand Building, Trafalgar Square, London, Zaha Hadid, 1985
Quelle: Betsky, Aaron: Jenseits des Rechten Winkels, in: Zaha Hadid - Das Gesamtwerk, Stuttgart 1998, S. 6. 90
- Abbildung 59 Relativität, Lithographie 28x29 cm, 1961, Escher
Quelle: <http://www.escher.freemove.co.uk/escher/RELATIVITY.jpg> 91
- Abbildung 60 Thomas Herzogs Skizze zu verschiedenen Formen des Tragwerks für das EXPO-Dach in Hannover, EXPO 2000
Quelle: Herzog, Thomas: Expodach, Symbolbauwerk zur Weltausstellung Hannover 2000, München/London/New York 2000, S. 16-17 94
- Abbildung 61 Dreidimensionale Skizze, Reichstag, gezeichnet von Helmut Jacoby, Berlin 1992
Quelle: Jacoby, Helmut: Meister der Architekturzeichnung, Hrsg. von Wolfgang Voigt, Frankfurt am Main, 2001, S. 156-157 94
- Abbildung 62 Schema des Animationsprozesses
Quelle: Dranch, Doris: Begriff und Grundprinzipien der Animation, in: Dynamische Visualisierung, Grundlagen und Anwendungsbeispiele für kartografische Animationen, Hrsg.: Gerd Buziek, Doris Dransch und Wolf-Dieter Rase, Berlin/Heidelberg/New York 2000, S. 8 105

Animationsverzeichnis

Animation 1	Die wirkliche und die gesehene Bewegungsrichtung - Beispiel 1 Quelle: Eigene Herstellung, originale Abbildung: Metzger, Wolfgang: Gesetzte des Sehens, Frankfurt am Main 1975, S. 573.	52
Animation 2	Die wirkliche und die gesehene Bewegungsrichtung - Beispiel 2 Quelle: Eigene Herstellung, originale Abbildung: Metzger, Wolfgang: Gesetzte des Sehens, Frankfurt am Main 1975, S. 573.	52
Animation 3	Die Bewegung der Umgebungsfaktoren eines Schweizer Wohnhauses Quelle: Eigene Fotoaufnahme.	73
Animation 4	Simulation einer linearen Betrachtungsbewegung Quelle: Programmpräsentationsdatei „Zebre.mov“ von Rendering-Pro- gramm „Art*lantis Render“	98
Animation 5	Simulation der Betrachtung eines entworfenen Stadtviertels Quelle: Programmpräsentationsdatei „Lokvik.mov“ von Programm „Art*lantis Render“	99
Animation 6	Simulation der Betrachtung eines sich um eine Achse drehende Hauses Quelle: Programmpräsentationsdatei „020.avi“ von Programm „Twin- haus“	99
Animation 7	Die dynamische Atmosphäre-Darstellung durch Licht- und Farben änderung Quelle: Born, Clemens: Webpräsentation Architekturbüro -Koch Panse Architekten BDA-, Diplomarbeit unter der Leitung von Frau Professorin Dr. Phil. Dr. -Ing. Margitta Buchert und Herrn Professor Dr. -Ing. Schmid-Kirsch, Fachbereich Architektur, Uni-Hannover 2001, Originaldatei: 8-D.swf	101
Animation 8	Die dynamische Atmosphäre-Darstellung durch Türöffnung Quelle: Born, Clemens: Webpräsentation Architekturbüro -Koch Panse Architekten BDA-, Diplomarbeit unter der Leitung von Frau Professorin Dr. Phil. Dr. -Ing. Margitta Buchert und Herrn Professor Dr. -Ing. Schmid-Kirsch, Fachbereich Architektur, Uni-Hannover 2001, Original- datei: home.swf	101
Animation 9	Die sich verändernde Schatten Quelle: Wittwer Marc, Objektdarstellung in Auftrag, ComputerWorks GmbH, Basel, Origianldatei: 2002 Sonnenverlauf.mov	102